

الملقحات الحشرية

ماهيتها - سبل إستخدامها فى زيادة الإنتاج الزراعى

تأليف

د. عصمت محمد حجازى
أستاذ الحشرات الإقتصادية
"مكافحة بيولوجية"
كلية الزراعة - جامعة الإسكندرية

مكتبة المعارف الحديثة
٢٣ شارع تاج الرؤساء - سابا باشا
إسكندرية ت ٥٤٤٥٥٥١ - ٥٨٢٦٩٠٢



إهداء

إلى والـــدىّ ... طيب الله ثراهما

إلى زوجتى ... وأبنائى "أحمد وهايدى"

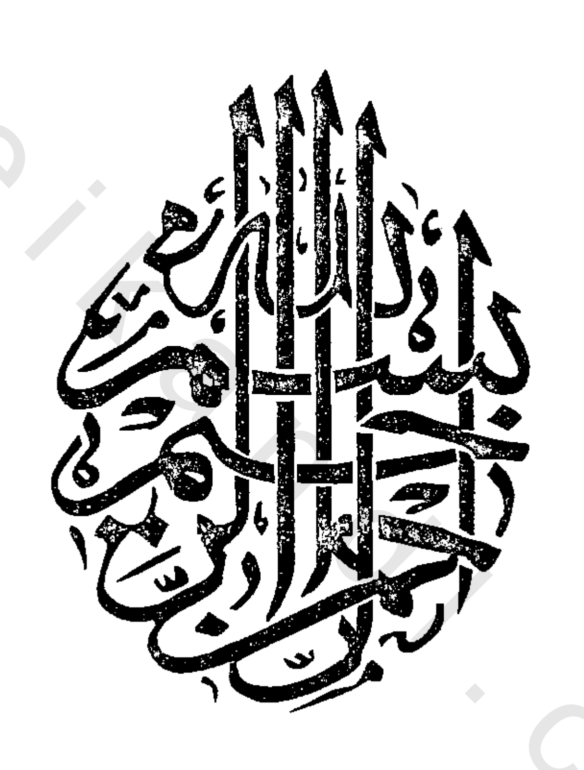
إلـــــــى ... طلاب مدرستى فى عالم الحشرات

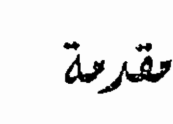
إلـــــــى ... كل مهتم بالحشرات الملقحة للأزهار

وطالب العلم والبحث

والمتطلع للعلم والمعرفة




بسم الله الرحمن الرحيم



مقدمة

بسم الله الرحمن الرحيم والصلاة والسلام على سيدنا محمد سيد المخلوقات وخاتم الأنبياء وأشرف المرسلين وعلى آله الطاهرين وصحابته أجمعين وبعد...

لقد سبق وأن ذكرت في جميع مؤلفاتي السابقة وفي محاضراتي بأن الثروة الحقيقة التي يمكن أن يجمعها الإستاذ الجامعي خلال مراحل حياته تتمثل في كم الطلبة الذي ينقل إليهم بأمانة العلم الذي تعلمه وإلى كم طلبة الدراسات العليا التي عملت تحت إشرافه والتي تكون في النهاية المدرسة العلمية التي سيتركها لتحمل الرسالة وتكمل المسيرة وإلى عدد من المراجع العلمية التي تدخل لأول مرة المكتبة العربية لتنير جانباً في حاجة إلى ضوء يهدى السبيل لملاحقة الركب العلمي الهائل الذي يحمل الجديد في تلاحق سريع... لهذا أخرجت مؤلفي هذا الذي نقلت فيه المعلومات من المراجع والدوريات الأجنبية في لغة سهلة وميسرة مع الإهتمام بالأشكال التوضيحية في بعض محتويات الكتاب حتى تصل المعلومة إلى الباحث والطالب والرجل العادي في سهولة ويسر.

لقد بدأ مشوار الكتاب عندما أنهيت مؤلف سابق عن مجموعة الحشرات النافعة والتي أشرت فيها بإيجاز عن نحل العسل والحشرات الملقحة للأزهار ضمن الحشرات النافعة الأخرى. إن خبرة الإنسان بنحل العسل تتعدى آلاف السنين. وتربية نحل العسل في مصر معروفة منذ القدم حيث عني قدماء المصريون بتربية النحل منذ آلاف السنين وكانوا يربونه في خلايا إسطوانية من الطين وكان النحل أحد المقدسات حيث ظهر ذلك على عديد من بقايا آثارهم. ويعتبر المصريين القدماء أول من عملوا على نقل النحل حيث كانوا ينقلون خلاياهم في المراكب من الصعيد إلى الوجه البحري حتى القاهرة والعكس بحثاً وراء النباتات المزهرة. كما عمل المصريين القدماء على مكافحة الطيور التي تتغذى على النحل. إن إنتاج العسل يشكل السبب الرئيسي في كثير من بلدان العالم لوجود وقيام صناعة المناحل. ويشكل إستخدام النحل لأغراض تلقيح الأزهار هدف ثانوي لحدٍ كبير خاصة في

البلاد النامية. والكثيرون منا لا يدركون قدر أهمية نحل العسل وغيره من الحشرات فى زيادة الإنتاج كما ونوعا. فالإنخفاض فى إنتاج المحاصيل وتأخرها والفاكهة ذات النوعية الرديئة والإنخفاض النوعى فى الحبوب الهجين تنتج من عدم كفاية التلقيح. ورغم أن هناك العديد من العناصر الملقحة للأزهار إبتداء من الذباب الصغير الذى لا يتعدى بضع مليمترات طولا إلى أبى دقيقات العملاقة والرياح والماء والطيور والخفافيش والطائرات... الخ إلا أن الحشرات هى أكثر تلك العناصر كفاءة والنحل من الحشرات الأكثر أهمية. ويوجد فى الولايات المتحدة نحو ٥٠ محصول تمثل ما يقرب من ٦٠ مليون إيكر وتبلغ قيمة المحاصيل نحو ٣٠ بليون دولار تعتمد فى تلقيحها على الحشرات ومن ببين تلك المحاصيل البرسيم وفول الصويا والقطن والفول السودانى والتفاح والكريز وأنواع من الموالح وكثير من الخضراوات التى تشمل محاصيل تُنمى لإنتاج بذورها مثل البروكلى والكرنب وغيرها.

من المهم نعى أن ثلث غذاءنا يعتمد على تلقيح النباتات كما أن الحيوانات ومنتجات الألبان تشتق من بقوليات تتطلب تلقيح بالحشرات مثل البرسيم بأنواعه إلى جانب أن كثير من الدهون والزيوت تستخرج من بذور الزيت التى تنتج من نباتات تعتمد على التلقيح الحشرى ويجب ألا ننسى أن التلقيح يؤدى إلى الإنتاج المبكر للمحاصيل فيسمح بذلك بجنى المحاصيل قبل تعرضها لمزيد من الآفات الحشرية أو طقس غير مناسب للإثمار. والتلقيح الحشرى هام أيضا ليحفظ التربة خصبة لأن البقوليات التى تلقح بالحشرات تجمع النيتروجين من الهواء فتزيد بذلك من خصوبة التربة وكما سبق القول ــ يمثل نحل العسل أهمية خاصة كملقح للأسباب التالية:

١- يزور النحل مدى واسع من أنواع الأزهار النباتية.

٢- عندما يزور النحل نوع معين من الأزهار يلتزم بإستمرار زيارته لهذا النوع لفترة مناسبة وتعرف الظاهرة بالإخلاص أو الوفاء الزهرى Fidelity ومثل هذا السلوك له قيمة خاصة فى نقل حبوب اللقاح بين نباتات نفس النوع.

٣- يمكن نقل الخلايا لتكثيف أعداد النحل فى المكان والوقت المناسب إلا أن هناك بعض القصور منها:

أ- سعى النحل لجمع الرحيق وحبوب اللقاح مرتبط بالظروف الجوية حيث يمتنع عن الخروج إلى الحقل عندما تقل درجة الحرارة عن ١٥°م وعند إشتداد الرياح لذا فإن بعض النباتات التى تزهر مبكراً تحت هذه الظروف لا يساعد النحل كثيراً فى تلقيحها.

ب- إذا كان المحصول المنزرع (المستهدف) فقير فى الرحيق ويوجد بالقرب منه نباتات غنية بالغذاء يترك النحل المحصول المستهدف مما يؤثر على إنتاج هذا المحصول.

جـ- تركيب بعض الأزهار قد لا يلائم النحل فهناك أزهار ذات بتلات متحدة القاعدة أو كورولا إنبوبية طويلة لذا غدد الرحيق التى تكون فى قاعدة الزهرة تصبح فى غير متناول النحل. ولحسن الحظ هناك مجموعة أخرى من الحشرات خلاف نحل العسل يمكنها تغطية قصور النحل فى التعامل مع بعض أنواع الأزهار أو فى العمل تحت ظروف خاصة مثل الطقس السئ أو تلقيح الأزهار فى محميات زراعية ضيقة.

ويغطى الكتاب خلال أبوابه الأربع الملقحات الحشرية وسبل إستخدامها فى زيادة الإنتاج الزراعى. فيستهل الباب الأول بعرض عن الحشرات وبيولوجيا التكاثر ثم الباب الثانى وهو أكبر الأبواب عن النحل كملقحات حشرية. إن كلمة نحل تطلق عادة على قليل من أنواع الحشرات التى تعيش معيشة إجتماعية والتى منها نحل العسل ونحل البامبل ونحل التريجونا وكثير من الأنواع التى تعيش معيشة إنفرادية. وتعمدت أن أجمع فى المؤلف المعلومات عن النحل وكيفية إدارته لغرض تلقيح الأزهار وعن معلومات غير متاحة فى كتب النحل المعروفة وبالطبع باقى المعلومات عن أنواع النحل الأخرى وباقى مشتملات الكتاب غير متاحة أيضاً فى كتب فى المكتبة العربية وفى الباب الثالث تم سرد الحشرات الأخرى خلاف

النحل سهامة فى تنقيح الأزهار وينتهى المؤلف فى الباب الرابع عن التلقيـــح فـــى البيوت المحمية الزراعية.

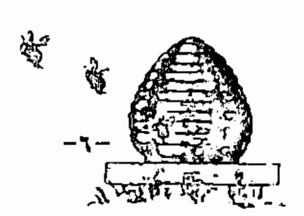
وأخيراً من المهم التأكيد بأن المعلومات التى إشتملها هذا الكتاب والتى خطـــت بالعربية لأول مرة تمثل قطرات من بحر كبير فضلت أن أجمع تلك القطرات مـــن مستويات وأماكن مختلفة من هذا البحر فى هذا المؤلف المتواضع لعلها قد توقظ من يغفل أهمية الملقحات فى زيادة المحاصيل وأهمية الإهتمام بها إذا كنا فعلاً نســعى إلى زيادة فى الإنتاج وإلى تحسين فى نوعية المنتج. لقد كـــان فـــى مصـــر فـــى الخمسينيات إلى أوائل الستينيات نشاط بحثى رائع عن الحشرات الملقحة للأزهـــار والتى تركز غالبيتها على نحل العسل أمثال أبحاث وفا وحسانين وغيرهم ثـــم قـــل الإهتمام بهذا النشاط إلى أن وصل إلى أدناه فى هذه الأيام ونأمل فى المســـتقبل أن يرجع النشاط البحثى فى هذا المجال إلى سابق عهده وإلى أن يتناول أيضاً الملقحات الأخرى خلاف نحل العسل. أرجو أن أكون وفقت فى ترتيب قطرات معلومات هـــذا الكتاب إلى ما فيه الخير لمواصلة البحث العملى والأداء التطبيقى فى هذا المجـــال لملاحقة الركب العلمى المذهل فى جانب من العلوم الهامة.

وأسال الله أن يجعل عملى هذا خالصاً لوجهه الكريم... وأن يتقبله منى ويجعلـــه فى صالح الأعمال، محققاً لما رجوته لطالب العلم والبحث ولكل مجتهد ليأخذ منه ما يشاء وكيف يشاء... ونسأله تعالى أن لا يعذبنا بذنوبنا... إنه على كل شـــئ قديـــر وبالإجابة جدير.

معمل المكافحة البيولوجية
قسم الحشرات ــ كلية الزراعة
جامعة الإسكندرية

المؤلـــف
دكـــور/ عصمت محمد حجازى





الباب الأول: الحشرات وبيولوجيا تكاثر النبات

Insects and plant reproductive biology

ترتبط الحشرات بالنباتات إرتباطاً وثيقاً ويدرك المختصون بمجال الزراعـــة والبســتنة دورها في إحداث الضرر ونشر المرض بين النباتات. ومع ذلــك لبعـض الحشـرات أهمية خاصة مع كثير من النباتات. وإحدى الإرتباطات الشائعة والمتقدمة جداً والمثـيرة في عالم البيولوجي هي التي بين الملقحات الحشـرية insect pollinators والنباتـات المزهرة. وساعد هذا الإرتباط إلى تطور كبير بين النباتـات والحشـرات نتـج عنـه علاقات عديدة حميمة متخصصة بين أفراد المجموعتين. وفـى كثـير مـن الحـالات طورت الحشرات والنباتات المرتبطة معاً تراكيب وآليات سلوكية تضمن للنبات التلقيـح وللحشرات الغذاء. وبينما تلك الآليات هامة من وجهـة النظـر العلميـة إلا أن قيمتـها العملية هائلة. وبدون هذه النباتات والحشرات التي تلقحها يتغير الأساس النوعي لبيئتنـا وحياتنا.

أولاً: تطور الحشرات والنباتات المزهرة

Coevolution of insects and flowering plants

تلقيح النباتات بواسطة الحشرات عملية تطورية بدأت وإستمرت لأكثر من ٢٠٠ مليـون سنة (للمؤلف تعليق آخر قرب نهاية الكتاب). وتوضح السجلات الحفرية أن الحشـرات المجنحة كانت موجودة وبكثرة في العصر الكربوني ومن فترة كبيرة قبل تواجـد أيـة تراكيب تشبه الأزهار. وربما تلقيح النباتات المزهرة التي ظـهرت مبكـراً كـان يتـم بواسطة حبوب اللقاح الخفيفة الوزن التي تنقل بالرياح. مثل تلك الحبوب كانت صعبـة الجمع بواسطة الحشرات وقد تكون غير هامة كمصدر غذائي للحشرات في هذا الوقـت. وكان يتم التلقيح الحشري بدون شك عرضياً عن طريق إصطدام الحشرات التي تتغـذى على النباتات بالأسدية anthers فتصبح ملوثة بحبوب اللقاح وتنقل بذلــك قليـل مـن حبوب اللقاح إلى نبات آخر عند زيارتها له. ونظراً لأن توجيه هذه النباتـات لنـاقلات حبوب اللقاح vectors كان أكثر كفاءة من التوجيه العشوائي للرياح. أوجد هذا ضغـط

إنتخابى كبير على النباتات لتنمى آليات جديدة أكثر كفاءة فى التلقيح من الإنتقال العرضى لحبوب اللقاح. والخطوة المبكرة لهذا التوجه ربما حدثت بتكوين حبوب لقاح لزجة تلتصق بالحشرات فيسهل نقلها على أجسام الحشرات لكى تنتقل لأزهار أخرى ظهرت بها مياسم stigmas ريشية أو لزجة وظهور حبوب اللقاح اللزجة سهل للحشرات الحصول عليها كمصدر للغذاء. بعد ذلك بدأت الأزهار فى إفراز كميات صغيرة من سائل حلو المذاق (الرحيق nectar) وهذا عمل على زيادة تشجيع الحشرات لزيارة الأزهار. ثم تلى ذلك وربما فى نفس الوقت ظهور روائح جذابة بالأزهار عملت على زيادة وجذب الأزهار للحشرات ومع ظهور هذه الآليات أصبحت الحشرات ملقحات هامة للأزهار. وإستكمالاً لهذه الآليات إكتسبت الأزهار مع الوقت ألوان تجعلها ذات مظهر ملفت عن النبات الأخضر فتسمح للحشرات برؤيتها بسهولة. وبالطبع ــ توافق مع هذه التغيرات تطور فى أعضاء حس وسلوكيات الحشرات خاصة فيما يتصل بإدراك الألوان والروائح والقدرة الفائقة على ربط تلك الصفات بالحصول على الغذاء.

عموماً ــ يختلف الإدراك الحشرى للألوان عن الإنسان فى المدى البصرى الخاص بها حيث إنتقل تجاه الموجات الأقصر للطيف الكهرومغناطيسى electromagnetic spectrum. وبالرغم من عدم قدرة الحشرات إدراك الموجات الطويلة الحمراء إلا أنها ترى الأشعة فوق البنفسجية الأقصر بوضوح. ويميز نحل العسل وربما كثير من الحشرات الأخرى ألوان أقل مما فى الإنسان. فالنحل يستجيب عادة لأربعة مناطق من الطيف: الأصفر ــ الأخضر (٥٠٠-٦٥٠ mμ) والأزرق ــ الأخضر (٤٨٠ -٥٠٠ mμ) والأزرق ــ البنفسجى (٤٠٠-٤٨٠ mμ) والأشعة الفوق بنفسجية (٣٠٠ – ٤٠٠ mμ) وبالرغد من أن نحل العسل وربما نحل آخر لا يرى الطيف الأحمر النقى فإنه ليس غريباً أن يوجد فى آسيا وأوروبا قليل من الأزهار التى تلقح بالحشرات ذات لون أحمر نقى والنحل هو الملقحات الرئيسية لها. فالأزهار المحلية فى هذه المناطق أساساً ذات ألوان صفراء وزرقاء أو أحمر ــ أرجوانى يسهل للنحل إدراكها بينما الأزهار ذات اللون الأحمر القاتم مثل أزهار الـ poppy يراها النحل فقط والسبب فى ذلك يرجع إلى أن هذه الأزهار تعكس كميات كبيرة من الأشعة الفوق بنفسجية. من ناحية أخرى ــ معظم الأزهار ذات اللون الأحمر النقى تلقح

بالطيور خاصة بواسطة مجموعة hummingbirds الموجودة فى أمريكا فقط. ومعروف أن الطيور ذات رؤية حساسة على وجه الخصوص لأطوال الموجة الحمراء. والإستثناء هنا هو أن مجموعة من الأزهار الحمراء تلقح أساساً بأبى دقيقات والتى ثبت أنها بين قليل من الحشرات التى أثبتت لتجارب أنها ترى هذا اللون.

يبدو أن ألوان الأشعة الفوق بنفسجية Ultraviolet colors صفة هامة للنباتات التى تلقح بالحشرات. لقد إكتشف علماء بيولوجى التلقيح وجود عالم خفى من الألوان الفوق بنفسجية غير مرئى للإنسان وثبت أهميته للحشرات التى تزور النباتات فعند تصوير أزهار بسيطة بفيلم حساس لضوء الأشعة الفوق بنفسجية ظهرت كثير من الأزهار بألوان جذابة أو بأنماط مختلفة ربما أكثر جذباً للنحل. مثل هذه الأنماط النباتية المتخصصة والتى يطلق عليها بهاديات الرحيق nectar guides (شكل ١) يبدو أن الحشرات تستخدمها فى الوصول إلى مصدر غنى بالرحيق لزهرة معينة.

(شكل ١): (١) صورة الزهرة تم التقاطها بكاميرا عادية كما نراها نحن. (٢) صورة نفس الزهرة تم التقاطها بكاميرا حساسة للضوء الفوق بنفسجي والتى قد تراها الحشرة بهذا الشكل.

ورغم أن هذه الخاصية عرفت منذ سنوات كثيرة أوضحت نتائج طريقة التصوير التى ذكرت من قبل أن هاديات الرحيق الفوق بنفسجية شائعة جدا وربما تكون أكثر أهمية فى تشجيع زيارة الحشرات للأزهار والتى تراها بأشكال لا نراها نحن. واضح أن الألوان الزهرية والصفات الأخرى نشأت مع تطور الإحساسات الحشرية ولن نتفهم تماما هذا الإرتباط المعقد ما لم نتفهم جيدا ما تراه الحشرة.

لقد نتج عن التطور المستمر للحشرات والنباتات مدى واسع من العلاقات بين المجموعتين من الزيارة العرضية إلى الإرتباط الوثيق إلى شكل من التطرف فى العلاقة فى شكل تكافل إجبارى obligate symbiosis والتى فيها كل من النبات والحشرة يعتمد على الآخر تماما فى مواصلة الحياة، مثل فراشة اليكا وحشرات التين التى سيأتى ذكرهما فيما بعد.

الملقحات الحشرية الأكثر أهمية هى النحل الإنفرادى ونحل البامبل ونحل العسل. قليل من الحشرات الأخرى خلاف النحل سجل زيارتها لأزهار محاصيل إقتصادية وأنها هامة فى التلقيح (مثل التربس وبعض الذباب وأزهار الكاكاو *Theobrom cacao*) ولكن عموما مثل تلك الحشرات يغيب فيها شعر كاف بالجسم وأنماط سلوكية ضرورية وربما أثناء زيارة هذه الحشرات للنباتات تنتقل قليل من حبوب اللقاح من الأسدية إلى المياسم. علاوة على ذلك ـ وعلى خلاف النحل الذى يسعى بثبات للحصول على غذاء كاف لصغاره معظم الحشرات الأخرى تسعى forage لتسد حاجاتها الملحة فقط وتتغذى على أغذية مختلفة خلاف أغذيتها من الأزهار. ويفترض أن هذه الحشرات تؤدى فقط دورا إضافيا فى التلقيح رغم أن الدراسات التفصيلية عن سلوكياتهم مازالت غائبة. يبدو أن معظم الملقحات الإضافية تتبع رتبة ثنائية الأجنحة خاصة الأجناس *Platycheirus, Syrphus, Eristalis, Rhingia, Calliphora, Lucilia, Sarcophaga, Bibio, Bombylius*.

ثانيا: التلقيح Pollination

تحافظ النباتات على حياتها ووجودها جيلا بعد جيل عن طريق التكاثر الغير جنسى (براعم ـ أبصال ـ درنات... الخ) أو التكاثر الجنسى الذى يتم بعملية تعرف بالتلقيح pollination. والأخير ضرورى لإخصاب البويضة ونمو وإمتلاء البذور. فالتلقيح الكافى هام للإنتاج الطبيعى للمحاصيل حيث أن الحبوب وثمار الفاكهة هى الجزء المستهدف من الزراعة فى معظم الأحوال. كما أن التلقيح متطلب هام لجميع النباتات التى تتكاثر عن طريق الحبوب.

توجد الأعضاء الجنسية النباتية فى النباتات التى تتكاثر جنسيا فى الأزهار. ويطلق على الأزهار التى تحمل أعضاء التأنيث (الميسم stigma) والمتك الذكرية male anther بالأزهار الكاملة perfect. وقد تحتوى الأزهار الغير كاملة imperfect من ناحية أخرى على أعضاء التأنيث أو التذكير فقط وليس كلاهما. والنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة لجنس واحد فقط أى ذكور أو إناث يطلق عليها ثنائية المسكن dioecious. والنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة لكلا الجنسين على النبات الواحد يطلق عليها أحادية المسكن monoecious. وكما هو متوقع تشكل الحشرات وناقلات حبوب اللقاح الأخرى أهمية خاصة للنباتات التى تحوى أزهار غير كاملة خاصة الثنائية المسكن. ومع ذلك تستفيد كثير من الأزهار الكاملة أيضا من التلقيح الحشرى بل لديها آليات تؤكد وجودها وتعمل على جذب الملقحات إليها.

ويشير التلقيح فقط إلى إنتقال حبوب اللقاح من الأسدية إلى المياسم ولكنها تكنيكيا لا تتضمن الإخصاب fertilization الذى يشير إلى نجاح إتحاد الجاميطات لتكوين الزيجوت. وقد يوجد تلقيح دون إخصاب. والمصطلح pollinator يشير إلى الناقل vector مثل شغالة نحل العسل على سبيل المثال التى تعمل على نقل

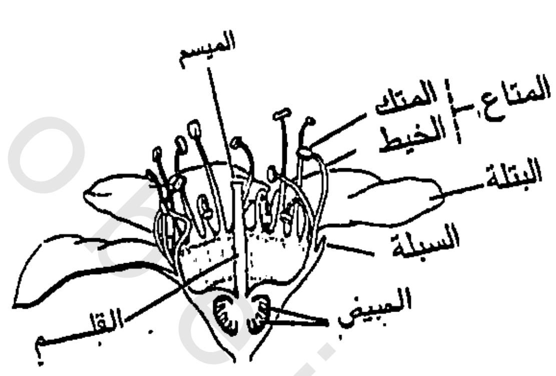
حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى. ويشير الـ pollinizer من ناحية أخرى إلى النبات المنتج لحبوب اللقاح.

يوجد نمطان أساسيان للتلقيح فى الطبيعة. التلقيح الذاتى self pollination الذى يعنى نقل حبوب اللقاح من المتك إلى الميسم داخل نفس الزهرة أو إلى الأزهار الأخرى على نفس النبات أو لأزهار نبات آخر له نفس التركيب الوراثى. وتشاهد الحالة الأخيرة فى بساتين الفاكهة حيث يتكون كل البستان نظريا من نباتات تكاثرت خضريا من أم واحدة وبذا تكون النباتات متماثلة وراثيا. وقد يحدث التقليح الذاتى دون تدخل عنصر خارجى أو نتيجة لناقل. فى بعض المحاصيل القليلة مثل البازلاء، التلقيح الذاتى كافى لإنتاج البذور ولكن بالنسبة لمعظم المحاصيل ينتج عن التلقيح الذاتى محصول ضعيف. لهذا فإن المحاولات الخاصة بإنتخاب أصناف ذات إخصاب ذاتى autofertile لأنواع ذات أهمية إقتصادية لم يصادفها النجاح لأن التربية الداخلية ــ كما سبق القول ــ وفقد قوة الهجين لها تأثير سيئ على الإنتاج.

يتضمن النمط الثانى من التلقيح أى التلقيح الخلطى cross-pollination نقل حبوب اللقاح من أسدية نبات إلى ميسم نبات آخر له تركيب وراثى مختلف. كما يتضمن دائما تدخل عنصر خارجى (الرياح، الحشرات... الخ). يحدث التلقيح الخلطى بين أفراد صنف لنفس النوع كما يتكرر تواجده بين عدة أصناف مختلفة لنفس النوع كما يتكرر تواجده بين عدة أصناف قريبة جدا من بعضها مثل التوت الأزرق blue berries أو بين النباتات الأقل قربا مثل القرنبيط والكرنب.



عندما تستقر حبة لقاح ذات مكونات وراثية مناسبة على الميسم (شكل ٢) تنتج حبة اللقاح إنبوبة جرثومية تنمو لأسفل خلال القلم style إلى الكيس الجنيني embryo sac في مبيض الزهرة. وينطلق هناك خليتان ذكريتان واحدة تخصب خلية البيضة الأنثوية أو الـ ovule وتتحد الخلية الذكرية الثانية مع الخلايا الأنثوية العقيمة التي يطلق عليها الأجسام القطبية polar bodies



(شكل ٢): قطاع طولى فى زهرة شجرة الشاى *Leptospermunt* لتوضيح أجزاء الزهرة

لتكون نواة الإندوسبرم endosperm nucleus ونتيجة الإتحاد الثانى هو تكوين إندوسبرم البذرة أو الإندوسبرم البذرى seed endosperm الذى يشكل النسيج الغذائى التى تستخدمه البيضة الملقحة أثناء إنبات البذرة.

ينبه الإخصاب تكوين الثمرة فيحدث نمو ثانوى للمبيض مجاور للتراكيب الزهرية. والتلقيح والإخصاب فى معظم الأحوال ضرورى للتكوين الثمرى بالرغم من أن هرمونات النمو النباتية والمواد الصناعية إستخدمت بنجاح مع بعض النباتات لتنبيه النمو الثمرى دون تكوين بدور. وينتج التكوين الثمرى الطبيعى فى بعض الأنواع من النمو الإتحادى combined development لعدة أو حتى كثير من الـ ovules (بييضات)وهنا يكون إخصاب جميع الـ ovules ضرورى وإخصاب جزء منها فقط ينتج عنه ثمار غير طبيعية ومشوهة ومتقزمة. فى هذه الحالات التلقيح الكافى هام جداً وأحياناً قد تكون هناك ضرورة لعدة زيارات للملقحات للتأكد من النمو المناسب للثمار.

تبعا لميكانيكيات التلقيح الخلطى يمكن تقسيم النباتات إلى:

أ- **نباتات تلقح بالرياح** (أى anemophily) والأمثلة المعروفة جيدا لنباتات تلقح عن طريق الهواء الذرة والقمح ونجيليات أخرى وبعض أصناف أشجار الزيتون والبندق والصفصاف والبلوط والصنوبريات... الخ، وهى نباتات تتصف بأن أزهارها صغيرة عديمة الرائحة خيوط الأسدية طويلة مدلاة خارج الزهرة لتعريض المتك للهواء والمياسم متفرعة ريشيا لإقتناص حبوب اللقاح السابحة فى الهواء وتنتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح لتعويض ما يفقد منها.

ب- **نباتات تلقح بالحشرات** (entomophily)، فمعظم أزهار فاكهتنا ونباتات الزينة وكثير من الخضراوات مثل الفول والطماطم والقرع ومحاصيل الحقل مثل البرسيم والقطن والدخان تعتمد أساسا على زيارة الحشرات لكى يتم حمل حبوب اللقاح إلى الميسم حتى يتم الإخصاب والذى بدونه لا تتكون بذور أو ثمار، والأزهار التى تعتمد على الحشرات يمكن أن تتميز بصفة عامة بأنها كبيرة زاهية اللون وذات رائحة تجذب الحشرات إلى جانب وجود غدد رحيقية خاصة nectaries تفرز سائل حلو nectar يجذب الحشرات كغذاء وذات حبوب لقاح خشنة أو لزجة ومياسمها أيضا لزجة وللنباتات تحويرات رائعة فى تركيب أزهارها التى تجبر الحشرات للمجئ لتتغذى على الرحيق ولتحمل معها حبوب اللقاح لأزهار أخرى تزورها، فى قليل من الحالات نجد أن التلقيح الحشرى لمحصول معين يكون غير مرغوب كما فى حالة القرعيات المنزرعة فى الصوب الزجاجية حيث يؤدى التلقيح إلى تضخم وخفض فى نوعية الثمار.

نظرا لدخول وخروج الحشرات فى الأزهار تصبح أجسامها مغطاة بحبوب اللقاح، ولملقحات الأزهار الحشرية تراكيب تتلائم مع هذه الوظيفة تتمثل أهم هذه التراكيب فى سلة حبوب اللقاح المتواجدة على ساق الرجل الخلفية لشغالة نحل العسل والشعيرات الكثيفة المتواجدة على جدار جسم النحل وخرطوم أجزاء الفم فى بعض الحشرات الحرشفية الأجنحة، وتزال حبوب اللقاح من شعيرات جسم نحل

العسل بواسطة فرشاة متخصصة (مجموعة أشواك) توجد على إحدى حلقات الرجل الخلفية (الرسغ) وعندما تمتلئ الفرشة تتقاطع الأرجل الخلفية وتكشط حبوب اللقاح من أحد الأرجل إلى سلة حبوب اللقاح الموجودة على حلقة أخرى (الساق) فى الرجل المقابلة، وتحمل حبوب اللقاح الموجودة فى سلال حبوب اللقاح إلى الخلية حيث تعمل شوكة على الرجل الوسطى على نزعها ثم تخزينها فى أعين الإطارات، وبينما كثير من حبوب اللقاح تجمع وتستخدم كغذاء للنحل تسقط بعض من تلك الحبوب فى الزيارة التالية لزهرة وأخرى، وكثير من الأزهار تكون مركبة بطريقة يندر لحشرة أن تحصل على رحيق منها دون أن تنفض جزءا من حبوب اللقاح الخاصة بأزهار تم زيارتها سابقا على ميسم زهرة جديدة، وبدون الأداء الجيد أو المفيد الذى تقوم به الحشرات الملقحة سنحصل على إنتاج ضعيف جدا ونوعية رديئة من محاصيلنا الحقلية مثل الفاكهة والطماطم والبطيخ والبرسيم الأحمر والشاى والشيكولاته والقطن، وفيما يلى بعض الأمثلة التى توضح أهمية الحشرات فى التلقيح.

يتفوق التلقيح الحشرى على التلقيح بواسطة الرياح بما يلى:

١- يزيد من كفاءة التلقيح بالإضافة إلى أنه يخفض من فقد حبوب اللقاح.

٢- تقوم الحشرات بالتلقيح الناجح تحت ظروف غير مناسبة للتلقيح بالرياح.

٣- تعمل الحشرات على تعظيم عدد أنواع النباتات التى تلقح فى منطقة ما خاصة مع النباتات النادرة التى يمكنها تلقى حبوب لقاح نفس نوعها المحمولة بواسطة الحشرات.

قد يعطى التلقيح الحشرى مميزات أكثر من زيادة إنتاج المحصول. فوفرة ملقحات الأزهار تعمل على تلقيح نسبة كبيرة من الأزهار المبكرة لبعض المحاصيل (مثل *Vicia faba*) مما يؤدى إلى محصول مبكر متجانس. وتلقيح الحشرات لمحاصيل أخرى لا يزيد إنتاج ثمارها كميا فقط، بل أيضا يرفع من نوعية الثمار *(Cumcumis mela; Fragaria x ananassa)*.

وللتلقيح الذاتى داخل الأزهار بعض من هذه المميزات ولكن ينشأ عن الإستمرار فيه. كما سبق القول ــ أضرارا وراثية ويندر أن يشكل ميكانزم إخصاب دائم.

ثالثا: حبوب اللقاح وغدد الرحيق Pollen grains and nectaries

حبوب اللقاح تنتجها المتك الموجودة على نهايات خيوط شعرية يطلق عليها بالأسدية Stamens التى تشكل الجزء الذكرى (androecium) فى الزهرة. تنفلق أو تنشق هذه المتك anthers فى الوقت المناسب لتنطلق أو تنفصل العنصر الذكرى male element الذى يشكل عديد من حبوب اللقاح الميكروسكوبية الصفراء اللون عادة. يختلف حجم حبوب اللقاح من حجم ضئيل ٤-٦ ميكرون كما فى زهرة لا تنسانى *(Myosotis sylvatica)* إلى ضخم نسبيا ٣٥٠ ميكرون كما فى حبوب لقاح نبات *Cymobopetalum odoratissimum* أو حبوب لقاح إنبوبية عملاقة ٢٥٥٠ × ٣٧ ميكرون كما فى أحد الحشائش النباتية *(Zostera marina)*. بصفة عامة ــ معظم أحجام حبوب اللقاح فى المدى من ٢٥ إلى ٥٠ ميكرون. شكل الزخارف على سطح حبة اللقاح ذات تنوع أكبر من الأحجام وتستخدم الصفات المورفولوجية فى تعريف ومعرفة المصدر النباتى لحبوب اللقاح. وتختلف كمية حبوب اللقاح التى تنتجها الزهرة من ٣٢ حبة فقط فى زهرة الساعة الرابعة *Mitabilis jalapa* إلى عدة معالق ممتلئة كما فى زهرة الموز الحبشى *Musa enseta*.

الرحيق وإفرازه من الصفات الهامة التى يجب الالتفات إلى بعض المعلومات عنه. للأزهار واحد أو أكثر من مصادر (غدد) الرحيق nectaries رغم أنه ينــدر وصف الغدد الرحيقية فى الوصف النباتى. تختلف غدد الحريق فى الحجم من ميكروسكوبية إلى ١١ بوصة مثل غدد رحيق الأوركيد *Angraecum sesquipedale*. وفى العادة ما يوجد مصدر الرحيق داخل الزهرة عادة عند قاعدة الجزء الجنسى Sexual column داخل دائرة البتلات. ومع ذلك توجد فى القطن دائرة رحيقية خارج قاعدة البتلات على القاعدة الداخلية للكالكس (الكأس). كما قد توجد أيضا غدد رحيقية خارج الزهرة على السيقان والأوراق. يبدأ إفراز الرحيق داخل الزهرة عادة وقت تفتح الأزهار ويتوقف بسرعة عقب التلقيح. ولا يتأثر إفراز الرحيق على السيقان والأوراق مباشرة عقب

تلقيح الأزهار وقد يستمر إلى عدة أسابيع.

تختلف كمية الرحيق المفرز من كميات ضئيلة جدا فى أنواع كثيرة إلى أكثر من ٣٠ جم من الأوركيدات *Corynathes spp.* و *Protea mellifera* ذات الموطن الإفريقى الذى لا يزال يستخدم كشراب. وذكر أن الهنود فى الجنوب الغربى كانوا يجمعون سيقان أزهار الصبار الأمريكى *Agave parryi* لجمع الشراب منها وتقديمه للشخصيات الهامة. وقدر عدد من أخصائى النحل كمية الرحيق التى تنتجها أزهار محاصيل مختلفة. وذكر أن أزهار الكنتالوب فى الإيكر الواحد تنتج ١,٧ رطل رحيق فى اليوم بينما تنتج أزهار البرسيم من نفس المساحة ٢٣٨ رطل رحيق فى اليوم الواحد.

رابعا : الوفاء الزهرى Flower constancy

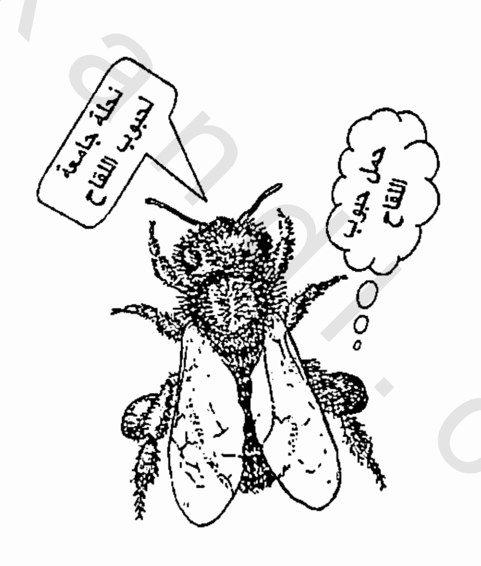
تظهر بعض الملقحات الحشرية خاصة نحل العسل ما يسمى بالولاء أو الوفاء الزهرى. وعندما يكون هذا الوفاء عالى يقصر ملقح الأزهار عمله فى جمع حبوب اللقاح أو الرحيق على نوع زهرى واحد أثناء مدة الرحلة الواحدة أو لفترات أطول من الوقت. ونتيجة ذلك يتزايد إحتمال الإخصاب وإحتمال نقل النحلة الزائرة لحبوب لقاح تابعة لنفس النوع النباتى وليس حبوب لقاح من نوع مغاير. وقد نرى مستويات عالية من الوفاء الزهرى فى سلوك أفراد ومستعمرات نحل العسل بالرغم من أن هناك أنواع أخرى من النحل تظهر أنماطا سلوكية مشابهة.

١ - الوفاء خلال رحلة السعى الواحدة: Constancy during a single foraging trip

بالرغم من أن شغالة نحل العسل يمكنها زيارة كثير من الأنواع الزهرية polytropic إلا إنها عند العمل تحافظ معظم أفراد المستعمرة على زيارة نوع زهرى واحد أثناء الزيارة الواحدة. جذب ولاء النحلة للزهرة إنتباه العلماء الأوائل فذكر داروين عام ١٨٧٦ أن وفاء النحلة للنوع الزهرى له ميزة للنبات بتسهيل عملية التلقيح الخلطى كما أن له ميزة للنحلة حيث يمكنها للعمل بسرعة أكبر على نفس النوع الزهرى دون أن تجهد نفسها فى تعلم وتحديد المواقع المنتجة للرحيق

nectaries لكل زهرة تزورها وهذا يمكن الشغالة أيضا من قصر سعيها على النوع النباتى الوفير الإنتاج فى حبوب اللقاح والرحيق.

بدأ دراسة الوفاء الزهرى بملاحظة النحل لأطول مدة ممكنة أثناء عمله فى الحقل. وقصر الدراسة على الملاحظة فقط له عيب فى أن الباحث يختار مجموعة من النحل ويستمر فى مراقبتها داخل ميدان رؤيته فقط وتعتمد النتائج لحد كبير على وفرة النوع الزهرى الذى يعمل عليه النحل. ومع ذلك ذكر الدارسون الأوائل أنه عندما تنمو أفراد كثيرة معا من النوع الزهرى موضع الدراسة لوحظ أن ولاء نحل العسل لنوع الأزهار كان كبيرا وكان أقل فى نحل البامبل ونادرا فى أبى دقيقات.



(شكل ٣): شغالة جامعة لحبوب اللقاح بعد عودتها من رحلة جمع فى الحقل.

تلى ذلك إستخدام محتويات حمولات (شكل رقم ٣) حبوب اللقاح pollen loads كمؤشر للوفاء. وأشارت أول دراسة أجرتها Bett عام ١٩٢٠ أن نسبة الحمولات المختلطة لنحل العسل تراوحت بين ٢ إلى ٧% وفى دراسة أخرى وجد أن نسبة

الحمولات النقية فى نحل البامبل بلغت ٦٦% والحمولات النقية لنحل العسل ونحـل آخر .Bombus spp., *Megachile* spp., *Andrena* spp بلغت ٨٧ و ٥٤ و ٥٣% على الترتيب ويوضح جدول ١ أن ولاء نحل العسل ونحل *Halictus* عالى جدا وأن نحل الـ *Bombus* spp والـ .*Andrena* spp أقل وفاءا للنوع الزهرى.

جدول ١: الوفاء الزهرى لأربعة مجاميع من نحل العسل

الجنس	العائل النباتى	عدد حبوب لقاح النوع النباتى فى الحمل				
		١	٢	٣	٤	٥
Apis	جميع الأنواع	١٦٣ (٦٢%)	٧٣	٢٢	٤	١
Halictus	جميع الأنواع	٢٠٧ (٨٤%)	٣٤	٦	٠	٠
Bombus	جميع الأنواع	٥٠ (٥٩%)	٢٥	٨	٢	٠
Andrena	جميع الأنواع	٨٢ (٤٥%)	٧٠	٢٦	٢	٠
Apis	*Pyrus mulus*	١١٨ (٨٠%)	٢٥	٣	١	٠
Halictus	*Pyrus mulus*	٤١ (٧٢%)	١٤	٢	٠	٠
Bumbus	*Pyrus mulus*	٤١ (٦٥%)	١٧	٤	١	٠
Andrena	*Pyrus mulus*	٧١ (٥٧%)	٤٧	٥	١	٠

ويرتفع الوفاء الزهرى عند وجود مساحات كبيرة من نوع زهرى لعائل نبـاتى واحد جاذب مثل *Pyrus mulus* مقارنة بوجود أزهار أنواع كثـيرة مـن العوائـل النباتية مع تمثيل كل نوع بعدد قليل من الأفراد. ومع ذلك تحديد نسبة الأحمال النقية طريقة ليست مرضية تماما للتعبير عن وفاء الملقح الحشرى تجاه نوع من الأزهـار للأسباب الآتية:

١- يطلق على أحمال حبوب اللقاح بالأحمال المختلطة mixed loads عندما يوجد فى الحمل نوعان من حبوب اللقاح بينما قد نجد فى بعض الأحمال ما قد يصـل إلى ثمانية أنواع. وفى الحقيقة الحمل الذى يحوى نوعان من حبـوب اللقـاح يكون لنحل أكثر وفاء من الذى يحمل ثمانية أنواع والوفاء يكون عادة أكـبر من ذلك عندما توجد أكثرية لنوع واحد من حبوب اللقاح فى الحمل الخليط.

٢- قد يحتوى حمل حبوب اللقاح قليل فقط من حبوب لقاح أخرى ربما إنتقلت إلى النحلة موضع الدراسة عن طريق الرياح أو عن طريق حشرات أخرى سبقت النحلة ولوثت الزهرة بحبوب لقاح من نوع مغاير أو دخلت النحلة فى سحابة محملة بحبوب لقاح بفعل الرياح أو إحتكت النحلة فى أجزاء الخلية أو بنحلة أخرى تحوى نوع مخالف. بسبب هذه الإحتمالات وضع بعض البحاث الأحمال المختلطة المحتوية على قليل من حبوب غريبة ضمن الأحمال النقية.

٣- الطريقة التى تتواجد فيها حبوب اللقاح المختلفة داخل الحمل المختلط قد تعكس سلوك النحلة وقد تضيف معلومات عن وفائها للزهرة. فعند تواجد نوعان أو أكثر من حبوب اللقاح فى توزيع منفصل فى طبقات مميزة فإن النحل الجامع لهذه الحمولات أكثر وفاء فى سلوكها عن نحل يحمل حمولات بها أنواع مختلفة من حبوب لقاح متمازجة أى غير منفصلة.

٤- معظم نحل العسل ونحل البامبل يجمع حبوب اللقاح فى بعض الرحلات والرحيق فقط فى رحلات أخرى لذا الوفاء الإجمالى لهذا النحل فى، هذه الحالات يكون أقل عند فحص حبوب اللقاح فقط.

٥- عندما يزور نحل العسل ونحل البامبل أكثر من محصول تتراكم حبوب لقاح بعض المحاصيل مثل *Medicago sativa, Trifolium pratense* فى تجويف يقع فى الجزء الخلفى البطنى من الرأس (proboscidial fossa)، ويجد النحل صعوبة كبيرة فى إزالة هذه الحبوب التى عادة ما تزاح فقط عند تراكم حبوب اللقاح فى نفس المكان. هنا يكون تقدير الوفاء خلال رحلة سعي واحدة غير دقيق. فالنحل الذى يعمل على محصول واحد قد لا يزال يحتفظ بحبوب لقاح جمعت من محصول سابق. وبالرغم من أن فحص حبوب لقاح التجويف fossal pollen يشير للنوع النباتى الذى زاره النحل فى الماضى إلا أنه لا يشكل معلومات موثوق بها عن السلوك الحالى للنحل.

بالرغم من العيوب السابقة ــ فحص حمولات حبوب اللقــاح يشــكل بالتــأكيد الطريقة الأكثر موضعية لتقيم الوفاء الزهرى. بينما وفاء جامعات الرحيق nectar-gatherers يمكن تحديده فقط بملاحظة الحشرات إلا أن محاولات تحديــــد الوفـــاء الزهرى بفحص حبوب اللقاح للنحل الحامل للرحيق لا يعتمد عليه بسبب أن معــدة العسل الخاصة بهذا النحل لا تكون فارغة عند مغادرتها الخلية للسعى الحقلى. ومــع ذلك قد تكون هذه الطريقة مفيدة عند تحديد وفاء حشرات أخرى تزور الأزهار.

٢- الوفاء خلال الرحلات المتعاقبة Constancy during consecutive trips

عند تعليم مجموعة من النحل ومتابعته على المحصول وجد أنه يعود للمحصول فى رحلات متعاقبة كثيرة ذى اليوم أو لأيام متصلة. أعطيت مثل هذه الملاحظـــات مؤشرات بسيطة عن وفاء النحل بصفة عامة ولذلك عند عدم مشاهدة النحل المعلــم على المحصول قد يرجع السبب فى أن النحل ربما يزور نفـــس المحصـــول فـــى مكان آخر أو يزور أنواع أخرى أو لم يترك خليته بعد أو أنه مات.

لوحظ أن العشيرة النسبية للنحل تتغير كثيرا على الأنواع المختلفة للنباتات فـــى الأوقات المختلفة من اليوم وبسبب أن النحل المعتاد على محصول ما يميل لأن يبقى فى مستعمرته فى أوقات اليوم التى لا ينتج فيها المحصول رحيق أو حبوب لقاح لذا يبدو أن عشائر النحل العاملة فـــى الحقـــل foraging populations تتغـــير علـــى المحاصيل المختلفة.

لمعرفة مستوى الوفاء العام لنحل العسل خلال رحلات الأيام المتعاقبة علم أحــد البحاث جامعات حبوب اللقاح pollen-gatherers وعمل على إزالة كريـــة حبــوب لقاح واحدة من كل منها عند عودتها لخليتها عند بدء التجربة وقـــام بتحديـــد نـــوع حبوب اللقاح ثم واصل عمل ذلك فى الأيام المتعاقبة ووجد تناقص فى نسبة جامعات حبوب اللقاح الجامعة للنوع موضع الدراسة فى الأيام التاليـــة. فبعـــد يـــوم واحـــد واصلت نحو ٧٠ إلى ٩٠% من جامعات حبوب اللقاح جمع حبوب اللقاح الأصليـــة وبعد أسبوع ظلت نحو ٤٠ إلى ٦٠% جامعة لنفس حبوب اللقاح. والنحل الذى ظل جامعا لحبوب اللقاح الأصلية كان أكثر وفاء. ويفترض أن ذلك يعكـــس الجاذبيـــة

الأكثر والتواجد الكثير لتلك الحبوب وربما تعكس النتائج المختلفة فى الأيام المتعاقبة التغيرات فى ظروف السعى.

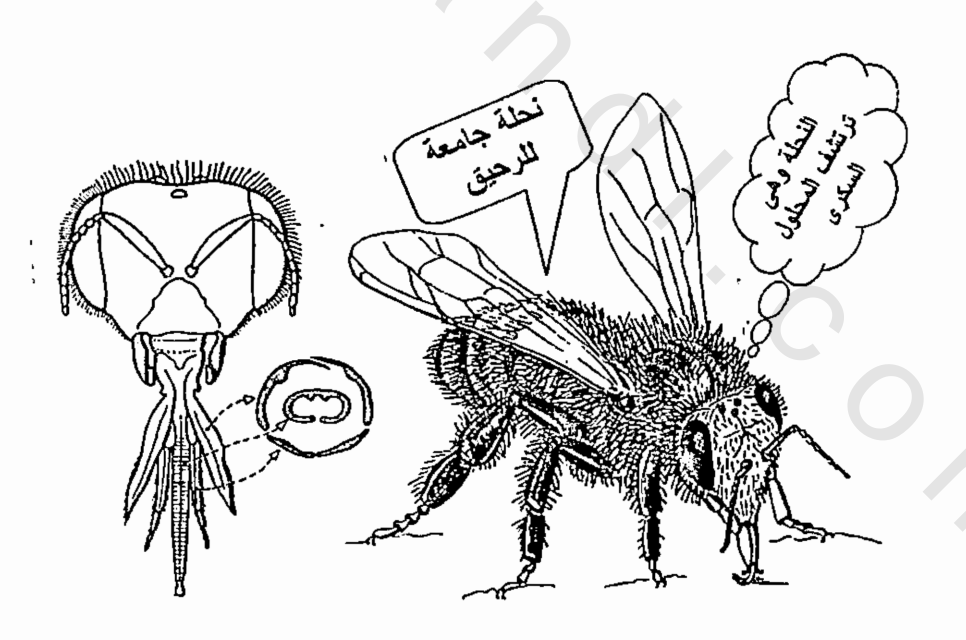
أشارت التجارب إلى أن جامعات حبوب اللقاح لا تخرج من خليتها عند عدم توافر حبوب اللقاح التى إعتادت على جمعها أو تخرج وتجمع رحيق فقط وقليل جدا منها تجمع حبوب لقاح من عوائل نباتية أخرى. عموما ـ يبدو أن النحل يبدأ فقط فى جمع حبوب لقاح من أنواع نباتية أخرى عند عدم توافر ولفترة طويلة حبوب اللقاح التى إعتادت شغالات النحل جمعها. وربما يبقى هذا النحل فى اليوم الأول بعيدا عن حلقات الرقص الجديدة لنحل آخر وجد حبوب فى محاصيل أخرى منفصلة.

لا يجمع النحل حبوب لقاح متنوعة فى الأوقات المختلفة فى اليوم الواحد. ومع ذلك يرجع كثير من النحل من بعض الرحلات محملا بحبوب اللقاح والبعض الآخر محملا بالرحيق فقط. وأوقات اليوم التى يجمع فيها النحل حبوب اللقاح تحدد بالأوقات التى تكون متاحة فى المحصول. وتختلف كثيرا النسب الخاصة بجامعات الرحيق وجامعات حبوب اللقاح على المحصول فى الأوقات المختلفة فى اليوم والانتقال من جمع حبوب اللقاح إلى جمع الرحيق يكون سهل مع بعض الأزهار (مثل *Pyrus mulus , Helianthus annuus*) وفى هذه الحالة أفراد النحل تكون متأهبة لتغير من أحد أشكال السلوك إلى الآخر. وكثير من الشغالات المحملة بحبوب اللقاح كانت أساسا جامعات رحيق وجمعت حبوب اللقاح بشكل طارئ. ومع أزهار أخرى مثل (*Trifolium pratense, Vicia faba*) نجد أن أفراد النحل إما تجمع رحيق فقط أو حبوب لقاح فقط. وعند عدم توفر حبوب اللقاح تهجر جامعات حبوب اللقاح المحصول ولا تتغير إلى جامعات للرحيق فقط. ولا يعرف ما إذا كانت تتغير فى سلوكها فى سكن آخر وتجمع الرحيق وإذا حدث ذلك فإن وفائها الزهرى سيكون أقل مما لو جمعت حبوب لقاح فقط.

ربما تعطى الأحمال المختلطة mixed loads من حبوب اللقاح مؤشر لسلوك النحل عن عدم الرضا فى العمل على محصول واحد وذهابها لآخر. وذكر أحد البحاث أن قليل من نحل العسل ذات الحمولات المختلطة جمع نفس الخليط مرة

أخرى ولكن الغالبية جمعت حمولات نقية من نوع واحد فى الرحلات التاليـــة ممـــا يشير إلى أن النحل الجامع للأحمال المختلطة إنتقل إلى محصول آخــــر أو رجـــع للعمل على المحصول الأصلى.

بالرغم من أن نحل البامبل فى المتوسط أقل وفاء أثناء الرحلة الواحدة من نحل العسل وجد أن ولاء بعض أنواع نحل البامبل فى رحلات اليوم ورحــــلات اليــوم التالى لم تختلف كثيراً عـــن نحـــل العســل. علـــى ســـبيل المثـــال ظـــل ٧٠% من *B.lucorum*. مُخلص لأكثر من عشرة أيام فى جمعه لنوع معيـــن مـــن حبـــوب اللقاح. وعلى عكس نحل العسل جمعت بعض من نحل البامبل العاملة فـــى الحقـــل foragers نفس تركيبة حبوب اللقاح حتى بنفس النسب لعدة رحلات متعاقبة إمتـــدت أحياناً لأيام ولهذا السبب تظهر المجموعة الأخيرة من نحل البامبل بعض ظواهـــر الوفاء. ومع ذلك كما مع نحل العسل أشارت الأحمال المختلطة أن نحل البامبل إنتقل من محصول لآخر وأحياناً يحدث هذا النقل فجأة.



(شكل ٤): شغالة أثناء جمعها لمحلول سكرى مع توضيح لأجزاء فمها

تعمل وترتبط جامعات الرحيق بنباتات فردية أو أزهار معينة مقارنة بجامعات حبوب اللقاح بسبب ميل مورد الرحيق للتجدد. ولكن ليس سهلا جمع معلومات عن وفاء العمل بين جامعات الرحيق وكثير من المعلومات المتاحة تحصل عليها من تجارب سلوك النحل تجاه مصادر صناعية من الغذاء. وأظهرت التجارب الأولى تزايد أو تناقص جامعات المحلول السكرى (شكل ٤) وفقا لوفرة وتركيز المحلول السكرى المتاح. وعند إعطاء النحل الفرصة للإختيار بين تركيزان من السكر تزايد جامعات الرحيق تجاه الأعلى تركيزا. والعوامل الأخرى الثانوية الهامة التى تنبه جامعات الرحيق إلى الرقص المفعم بالحيوية والنشاط والرقصات الطويلة والتى بسببها تأتى جامعات رحيق أخرى تشمل إضافة رائحة زهرية للمحلول السكرى أو وضعه فى وعاء يشبه الزهرة والطقس الجيد للسعى. وعندما يصادف النحل رحيق جيد فإن جامعات الرحيق تستغل هذا المورد بكثافة أكبر بجمعها لحمولات أكبر وقضاء وقت أقل فى الخلايا بين الرحلات والعمل لساعات أطول. ويختلف البدء فى تجنيد جامعات رحيق جدد مع كمية وتركيز الرحيق المتاح فى المصادر الطبيعية ومع متطلبات المستعمرة. ويؤثر تحسن نوعية الغذاء المتاح بوجه خاصة فى إحداث الرقص وتعريض النحل لغدة الرائحة. ويحدد إخلاص النحلة العاملة foraging constancy بوجود الرحيق فى المحصول التى تزوره "وذاكرتها" عن الإنتاج الماضى وعندما تفضل النحلة محصول آخر تهجر المحصول الأول ولكن تعاود فحصه على فترات. وكنتيجة للخبرات السابقة تستجيب أفراد مختلفة إستجابات مختلفة لنفس الحالة فيرقص البعض ويعرض غدة كازانوفا أكثر من البعض الآخر. وربما لنفس السبب يوجد إختلاف كبير فى درجات الوفاء الزهرى بين أفراد النحل.

تظهر النتائج السابقة أنه بالرغم أن شغالة نحل العسل العاملة فى الحقل honey bee forager تميل لأن تظل مخلصة لنوع واحد من الأزهار إلا أن سلوكها مؤقلم تماما لتهجر المحصول الغير مجزى وتستغل آخر مفيد. ويؤكد مثل هذا التكيف عند نقل المستعمرات إلى مواقع جديدة. ووجد أنه عندما تكون أزهار الموقع الجديد تشبه

الموقع القديم فإن معظم النحل يزور نفس النوع وأن التغيرات التى حدثت كانت مرتبطة بالوفرة النسبية للأنواع النباتية المختلفة فى كلا الموقعين.

لقد أوضحت أحمال حبوب لقاح شغالات نحل العسل أن أفراد النحل لا تعمل فقط على نفس نوع الزهرة فى الرحلات المنفصلة ولكن قد تعمل مستعمرات النحل بكاملها أو مجاميع من مستعمرات مختلفة على أزهار نوع نباتى واحد لـ ١٠ أو ١١ يوم متصلة أو إلى أن ينفذ إنتاج النوع النباتى. ومثل هذا الوفاء يؤثر بالتأكيد على تعداد عشيرة النوع النباتى فى المنطقة حيث الأزهار التى يختارها النحل بالزيارة سترتفع قدرتها التكاثرية وفى النهاية سيكون النوع النباتى خارج المنافسة مع النباتات الأقل ملائمة للنحل.

الوفاء الزهرى ذو أهمية كبيرة لكلا من النبات والحشرة. فالتراكيب الزهرية تشجع أنماط معينة من الملقحات الجيدة ولا تشجع الملقحات "الحشرات" الأقل كفاءة. وفى نفس الوقت يدعم الإنتخاب الطبيعى الملقحات الحشرية بسلوك أكثر كفاءة فى جمع الرحيق وحبوب اللقاح. ووفاء النحل لنوع النبات التى تعمل عشيرته على إمداد النحل بالرحيق وحبوب اللقاح تجعل النحل كملقح أكثر كفاءة من الزيارات الزهرية العشوائية. حيث يعتاد النحل الذهاب إلى مصدر الغذاء دون جهد ضائع فيتمكن النحل من أداء زيارات متعاقبة أكثر فى الوحدة الزمنية. ويظهر فى الحالات المتطرفة للوفاء الزهرى أن يرقات ملقح الأزهار النامية متخصصة فى تمثيل المنتجات الزهرية وأن لها القدرة على إستخدام هذه المصادر بكفاءة أكثر فتنمو أسرع.

التكيف التركيبى النباتى structural plant adaptation يساعد على زيادة ولاء ملقح الأزهار للنبات بإنتاج حبوب لقاح ورحيق أكثر لحصر نشاط التغذية ونقل حبوب اللقاح والرحيق لمجاميع حشرية قليلة. بالإضافة إلى أن مصادر الرحيق وحبوب اللقاح تكون عادة محمية بالأجزاء الزهرية وهذا يحافظ على المصادر الغذائية لملقحات متخصصة للنوع النباتى. ويبدو أن التطور المبكر للولاء الزهرى بدأ بإندماج أو إلتحام البتلات أو الأجزاء الزهرية الأخرى لتشكل إنبوب حول

الأعضاء الجنسية مما يقلل من عدد الحشرات العامة الزائرة general insect visitors فيقل التنافس وتصبح الغلبة لصالح الحشرات ذات التأقلم الخاص فى دخول الزهـرة مما يزيد من الولاء الزهرى. لا يعتقد المؤلف فى هذا التطور الزهرى فهناك أزهار لازالت دون بتلات ملتحمة حتى الآن.

يطلق على الحشرات المبرمجة وراثياً لزيارة وإستغلال أنواع معينة فقط مـن الأزهار المصطلح oligolectic (يقابلها الأنواع polylectic التى تسـتغل أزهـار أنواع نباتية كثيرة). تميل هذه الحشرات لأن يتوافق خروجها مع فـترات تزهـير عوائلها. وعادة ما يوجد لديها تكيفات سلوكية ومورفولوجية معقدة لجمـع حبـوب اللقاح من النباتات المفضلة. وعادة ما تكون عشائر النحل الـ oligolectic كبـيرة فى المناطق الجافة التى تزهر نباتها تلقائياً عقب الأمطار.

خامساً: أهمية التلقيح الحشرى Importance of insect pollination

يشكل التتابع النباتى والتنوع الحيوانى ومكونات التربة أوجه متداخلـة لحيـاة النبات وتكاثره. ويصل دور الحشرات فى تكاثر النبات لحـدٍ بعيـد ولا يتضمـن النباتات ومرتبطاتهم الحشرية فقط ولكن فى المدى البعيد الإيكولوجى الكلى للمنطقة. سنتعرض هنا وبإيجاز إلى أهمية التلقيح الحشرى للحشرات نفسـها ثـم للنباتـات وأخيراً إلى الإنسانية نفسها.

١- الأهمية للحشرات Importance to insects

إتجه عدد من الحشرات خاصة الن ٍ والحشرات الكاملة لحرشفيات الأجنحـة ليعتمد على المنتجات الزهرية كغذاء كامل. فالرحيق الذى يتكون أساساً من سـكر الجلكوز والفركتوز والسكروز مع آثار لمواد أخرى مثـل البروتينـات والأمـلاح والأحماض يوفر مصدر طاقة وحيد لكثير مـن زوار الأزهـار. وبينمـا بعـض الحشرات التى تتغذى على الرحيق nectar feeding insects تحصل على الـبروتين التى تحتاجه من أوراق النبات أو اللحم أو المواد الإخراجية أو الدم نجد أن النحـل يعتمد إعتماداً كلياً على حبوب اللقاح لتمـية متطلبات حياتية مختلفـة. وأدى هـذا

الإعتماد إلى كثير من التخصصات فى التركيب والسلوك لكل من النحل والأزهار نشأ عنها ملحقات حشرية متخصصة كثير من تلك الحشرات لا يمكن أن يعيش بدون النباتات التى نشأت معها. ومن الأمثلة وثيقة الصلة فى ذلك فراشة اليكا التى سيأتى ذكرها فيما بعد.

تمنح بعض الأزهار التى تلقح بالحشرات بعض من المميزات لزائريها بالإضافة إلى الغذاء. فنباتات القطب الشمالى *Papaver radicatum, Dryas integrifolia* تعمل كعواكس لأشعة الشمس حيث يركز التويج الحرارة على التراكيب التكاثرية للنبات. وتتبع هذه الأزهار مسار الشمس أثناء اليوم بمعدل ١٥ درجة لكل ساعة مع تحرك الشمس فى السماء. ولكل نوع من أنواع الأزهار السابقة تويج مفتوح يشبه السلطانية تنعم فيه الحشرات المحبة للأزهار بالشمس حيث ترتفع درجة حرارة جسمها عما هو متوقع. والدفء الزائد هذا مفيد فى زيادة الميتابولزم والنشاط الأكثر. تحصل هذه الحشرات أيضاً على الطعام فى شكل رحيق وأحياناً حبوب لقاح من النباتات وتنقل حبوب اللقاح من زهرة إلى أخرى أثناء رحلات جمع الطعام.

٢- الأهمية للنباتات Importance to plants

بدون الملقحات الحشرية تنقرض فى النهاية كثير من الأنواع النباتية فى المناطق الطبيعية فتقل العشائر الحيوانية ويقل التنوع النباتى. ومن المعروف أن التلقيح الحشرى مهم جداً لإستمرار حياة نباتات المراعى وشجيرات وأعشاب غابات المناطق المعتدلة. والنباتات الصحراوية المزهرة. والتأثير الأشد قسوة عند إبعاد الحشرات الملقحة سيكون فى المناطق الغير منزرعة حيث ستموت فوراً النباتات التى تعمل على خصوبة وتثبيت التربة. وقيمة هذا الإرتباط له تأثير كبير جداً فى المناطق الجافة حيث يؤدى موت النباتات إلى تعرية خطيرة للتربة.

إن الأضرار بآلية التلقيح يصل مداه إلى كل الأنظمة البيئية. على سبيل المثال بدون التلقيح ستختفى بذور وثمار بعض الأنواع ويقلل من مستويات غذاء الحيوانات التى تعتمد على هذه التراكيب النباتية وبالطبع سيمتنع تكاثر كثير من الأنواع

النباتية. وقد لاحظ علماء النحل فى قسم الزراعة بأمريكا أن مئات النباتات البرية والحشائش والأشجار ونباتات غير محصولية أخرى تعتمد على تلقيح الحشرات. ومع هذه العلاقات المتداخلة المعقدة يستحيل وضع تقدير لقيمة التلقيح الحشرى فى المناطق الطبيعية.

٣- الأهمية للبشرية Importance to humans

كثير من المحاصيل الغذائية العالمية مثل الأرز والقمح والذرة تلقح بالرياح ولا تستفيد من الزيارات الحشرية. ومع ذلك ـ معظم الفاكهة والخضراوات والـ nuts لا يمكن إنتاجها تجارياً دون التلقيح الحشرى. بالإضافة إلى ذلك ـ كثير من المنتجات الحيوانية التى نستهلكها بما فيها الماشية والدواجن ومنتجات الألبان يتطلب إنتاجها بقوليات تلقح بالحشرات مثل البرسيم بأنواعه ومصادر غذائية رئيسية أخرى هامة لحيوانات المزرعة. وعند أخذ جميع المصادر الغذائية فى الإعتبار نجد أن نحو ثلث إجمالى أغذيتنا تعتمد بشكل مباشر أو غير مباشر على نباتات تلقح بالحشرات. ويعتقد بصفة عامة أن العمليات الزراعية الحديثة خاصة الإستخدام الموسع لمبيدات الآفات قلل من عشائر الملقحات المحلية ففى أمريكا على سبيل المثال يستأجر منتجى الفاكهة والخضراوات والحبوب مستعمرات نحل العسل لوضعها فى الحقول أثناء فترة الإزهار للتأكد من التلقيح الكافى. وفى كثير من الحالات ـ إزداد إنتاج المحاصيل كثيراً بتلك الممارسة. على سبيل المثال أوضح البحاث فى ميتشجان بأمريكا أن إنتاج التوت الأزرق blue berry إزداد أكثر من ٢٠٠% بإمداد الحقول بملحقات حشرية مثل مستعمرات نحل العسل إذا قورن الإنتاج بمثيله تحت الظروف الطبيعية.

قد يمدنا التلقيح الحشرى بمميزات أخرى غير زيادة المحصول. فعند وفرة الملقحات يطرح جزءاً كبيراً من الأزهار المبكرة ثمار وينتج عن ذلك نضج مبكر ومتناسق. فعند مستويات عالية من الملقحات يجمع نحو ٩٠% من محصول التوت الأزرق خلال قطفتان بينما تحت الظروف الطبيعية حيث العشائر المنخفضة من الملقحات يتحقق مستوى الـ ٩٠% من المحصول بعد الجمعة الخامسة.

وعن دخل الملقحات الحشرية أجد من المناسب أن أضع أمام القارئ كلمات أحد علماء الحشرات فى أستراليا وهو E.J.Writhgt عام ١٩٩٤ كما هى:

"Apiarists earn substantial income from moving their hives from orchard to orchard as the different trees blossom. Indeed, the value of the honey bee's activities as a pollinator is probably 15-20 times the value of the honey produced and this was estimated to be more than $600 million in Australia in 1991."

ومن ذلك يتضح أن النحالون فى إستراليا يتحصلون على دخل كبير ومستمر من نقل خلاياهم من بستان لآخر وربما تصل قيمة أنشطة نحل العسل كملقح للأزهار ١٥ إلى ٢٠ مرة ضعف قيمة العسل المنتج وكان دخل النحالون فى عام ١٩٩١ من أنشطة نقل الخلايا أكثر من ٦٠٠ مليون دولار ناهيك عن المنافع التى تحصلت عليها الدولة فيما يخص كمية ونوعية المنتج... **أين نحن من هذه الإستراتيجية التى تمثل أحد أوجه إدارة المحاصيل الزراعية؟.**

سادساً: تحديد الحاجة للتلقيح الحشرى

Determining the need for insect pollination

توجد عدة طرق لمعرفة ما إذا كان المحصول موضع الإهتمام يستفيد من التلقيح الحشرى أم لا. ومن المستحيل حفظ الحشرات الملقحة بعيداً عن المحصول دون تقفيصه. لذا فإن الإجراء الأكثر شيوعاً هو إحاطة جزء من المحصول فى أقفاص من السلك مانعة للحشرات insect-proof screen cages ووضع مستعمرات نحل العسل فى بعضها وحرمان البعض الآخر. وتجرى المقارنة بين ثلاث معاملات: (أ) مقفصة مع نحل (ب) مقفصة بدون نحل (ج) غير مقفصة ويزورها الحشرات الملقحة بما فيها النحل من مستعمرات قريبة. تطبق أحياناً المبيدات الحشرية فى القطاعات النباتية المقفصة الخالية من النحل لإبعاد كافة الحشرات الملقحة. من الناحية المثالية يجب معاملة القطاعات المقفصة مع النحل وبدونه بالمبيدات قبل بدء التجربة إذا أريد تأثير النحل بمفرده. ولكن ذلك يستدعى حبس النحل فى مستعمراته لمدة يوم أو نحو ذلك وقد يؤدى ذلك إلى خفض فى كفاءة

التلقيح. يستعمل أحياناً أقفاصاً سلكية إضافية ذات ثقوب تستبعد الحشرات الكبيرة مثل النحل ولا تعوق حركة الحشرات الصغيرة. ولكن يصعب معرفة بدقة تأثير إستعمال تلك الأقفاص على التلقيح الحشرى. فى أحيان أخرى أجريت محاولات لتحديد تأثير الظل ونقص الريح داخل الأقفاص بإستخدام أقفاص بدون أسقف أو بدون جوانب ولكن مثل هذه الأقفاص قد تقلل أيضاً من زيارات النحل وتنشأ صعوبة فى تقييم النتائج المتحصل عليها.

نتيجة التأثير المحتمل من الأقفاص نفسها على نمو النبات وإنتاج الثمار والبذور فإن التجارب الخاصة بمحاولة تحديد تأثير التلقيح بالمقارنة فقط بين إنتاج القطاعات المقفصة لإبعاد الحشرات مع إنتاج القطاعات الغير مقفصة تصبح غير كافية. وحتى مقارنة الإنتاج مع الثلاث معاملات التى ذكرت من قبل غير كافية تماماً. فالمقارنة بين القطاعات النباتية المقفصة مع النحل والقطاعات الغير مقفصة تشير لتأثير القفص وقد يزور القطاعات الغير مقفصة نحل عسل أقل أو أكثر من القطاعات المقفصة بالإضافة إلى حشرات أخرى قد تشكل ملقحات أكثر كفاءة. وتشير المقارنة بين القطاعات المقفصة مع نحل والأخرى بدون نحل إلى:

١- تأثير تلقيح النحل فقط عند معاملة كلا القطاعات أولاً بالمبيدات.

٢- تأثير تلقيح النحل والحشرات الأخرى الموجودة عند معاملة فقط القطاعات المقفصة بدون نحل بالمبيدات.

٣- التأثير الإضافى لتلقيح النحل إلى الحشرات الأخرى الممكن تواجدها عند عدم معاملة جميع القطاعات المقفصة (بدون أو مع النحل) بالمبيدات.

تقييم نتائج تجارب الأقفاص بإيجاد عدد أو وزن البذور والقرون أو الثمار فى كل قفص أو بإيجاد عدد الأزهار التى تعقد ثمار أو بذور.

للأسف زيادة الإنتاج أو الفوائد الأخرى المتحصل من تجارب الأقفاص مع النحل قد يظهر قليل من العلاقة مع تلك المتحصل عليها بنقل مستعمرات النحل إلى

المحصول موضع الإهتمام. وقد توجد عدة أسباب للإستجابة الأضعف: (أ) قد يتواجد في الحقل فعلا الحشرات الملقحة المتضمنة نحل العسل (ب) قد يكون العائل النباتي (المحصول) نسبيا غير جذاب وقد لا يعمل النحل عليه عندما يوجد إختيار لأنواع أخرى أكثر جذبا (جـ) نسبة صغيرة فقط من النحل الذى يزور الأزهار فى الحقل قد يعمل كملقحات بينما قد ينتج عن نحل الأقفاص نسبة أكبر من النحل الملقح لكل زهرة عنه فى المحصول الحقلى أو (د) قد يكون سلوك غالبية شغالات المستعمرة داخل القفص جامعة للرحيق ويواجه بأزهار داخل القفص تمده فقط بحبوب اللقاح لذا سيتواجد نسبيا نحل أكثر يحصل على حبوب اللقاح من الأزهار فترتفع نسبة التلقيح فى الأقفاص مقارنة بما يحدث فى الحقل المفتوح. لهذا فإن تحديد الحاجة إلى التلقيح تتم فقط بدراسة سلوك النحل أثناء عمله فى المحصول لكى يمكن تقييم نتائج الأقفاص بطريقة مرضية. علاوة على ذلك سيكون من المفيد إذا أمكننا تقييم تجارب الأقفاص مع الطرق الأخرى الخاصة بتقدير الحاجة إلى التلقيح.

أحد تلك الطرق تنفذ بوضع مجموعة من المستعمرات فى وسط الحقل وتوضح: (أ) أن عدد نحل العسل على المحصول يتناقص مع بعد المستعمرات (ب) وأنه يقابل ذلك نقص فى إنتاج البذور أو الثمار. وعادة ما تكون مساحة المحصول ليست كبيرة بدرجة كافية أو ذات تجانس كافى لإظهار مثل هذا النقص. وإذا كان الأمر كذلك قد توضع المستعمرات عند أحد نهايات الحقل فيلاحظ أن عدد النحل الساعى للغذاء foragers سيتناقص تجاه النهاية الأخرى. ومع ذلك لكى نتحقق من أن أى نقص فى الإنتاج يرجع إلى تناقص فى أعداد النحل وليس لعوامل أخرى يجب تكرار هذه التجربة فى السنة التالية مع وضع المستعمرات فى النهاية المعاكسة من الحقل.

توجد طريقة أخرى ممكنة لتحديد قيمة الملقح الحشرى تشمل إستخدام عشائر مختلفة من ملقح الأزهار وتحديد عقد الأزهار فى المراحل المختلفة فى فترة الأزهار مع إستعمال حقل مقارنة على بعد عدة كليومترات قليلة من التجربة.

الطريقة الدقيقة لتحديد أهمية زيارة الحشرة للزهرة هو إحاطة الأزهار عندما لا تزال فى مرحلة البراعم فى أكياس ورقية أو موسلين وإزالة الأكياس عند تفتح **الأزهار** وملاحظتها بإستمرار وإعادة الأكياس فور إنتهاء الحشرات من زيارتها ثم تحديد بعد ذلك عقد الثمار أو البذور. ومع ذلك مثل تلك الطريقة مستهلكة للوقت ويمكن أن تستخدم فقط عندما لا يسبب تكييس الأزهار ضرر فى عقد الثمار أو البذور ولا يزيد من التلقيح الذاتى.

من الممكن أيضاً تحديد قيمة نحل العسل والحشرات الأخرى بواسطة عمليات الحصر وعمل إرتباط بين إنتاج المحصول مع عدد وأنواع الحشرات الجامعة للرحيق وحبوب اللقاح فى وحدة المساحة.



الباب الثانى: الملقحات الحشرية (النحل)

Insect pollinators (Bees)

يمثل صنف الحشرات نحو ٨٠% من جميع أنواع الحيوانات المعروفة كما يمثل الصف أحد طوائف قبيلة أرثروبودا أى مفصليات الأرجل ولتسهيل دراسة الحشرات قسمت إلى رتب وعائلات حسب قواعد علمية ثابتة وكذلك قسمت العائلات إلى أجناس والأجناس إلى أنواع. ورغم أن الحشرات يصعب حصر أعدادها وتسجيل أنواعها إلا أن القليل منها ضار ويسبب خسائر عظيمة كل عام فى المحاصيل الزراعية والمنتجات والحبوب المخزونة وصحة الإنسان والحيوان بينما كثير منها ذات قيمة كبيرة جداً للإنسان. وليس هنا مجال لسرد مجاميع الحشرات النافعة سنترك المجال للحديث عن مجموعة واحدة وهى الملقحات الحشرية.

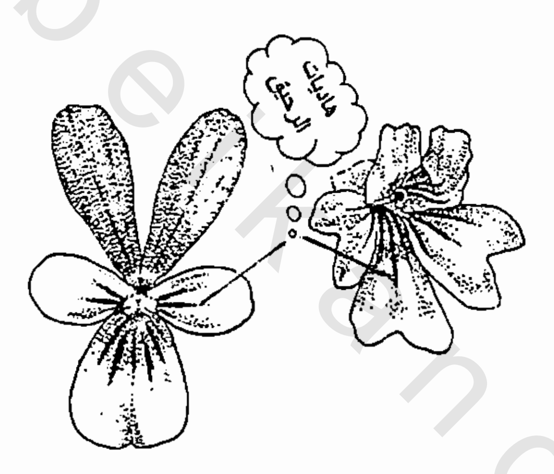
من بين رتب صف الحشرات هناك رتبة غشائية الأجنحة تحوى كثير من الأنواع المحبة للأزهار Flower loving (anthophilous) تزور الأزهار للرحيق أو حبوب اللقاح. تنقسم هذه الرتبة الى تحت رتبتين هما تحت رتبة Apocrita وتحوى معظم الدبابير (بالإضافة إلى النحل والنمل) وهى أكثر أهمية من تحت رتبة Symphyta (الذباب المنشارى). سنركز الحديث هنا على تحت الرتبة الأولى. تلقيح الدبابير wasp pollination يطلق عليه sphecophily. من بين الملقحات الهامة أنواع كثيرة من فوق عائلة Vespoidea, Ichneumonidea. ودبابير التين (Chalcidoidea: Aganoidae) ملقحات زهرية عالية التخصص لمئات من أنواع التين. وينظر إلى النمل (Vespoidea: Formicidae) على أنها لحد ما ملقحات ضعيفة رغم أن التلقيح بواسطة النمل ant pollination (myrmecophily) معروف مع عدد قليل من الأنواع.

والآن نصل إلى مجموعة النحل bees التى ينظر إليها بالمجموعة الأكثر أهمية بين الملقحات الحشرية. فالنحل يجمع الرحيق وحبوب اللقاح للحضنة وللإستهلاك

الخاص بجامعات هذا الغذاء. ويوجد أكثر من ٢٠,٠٠٠ نوع فـــى أنحــاء العــالم. وجميع أنواع النحل محب للأزهار (anthophilous) والنباتات التى تعتمد على تلقيـح النحل bee pollination (melittophily) أزهارها ذات لون أصفر أو أزرق ســـاطع ورائحة حلوة مع خطوط إرشادية للرحيق [نشاهد فقط فى الضوء الفــوق بنفســجى UV] على البتلات التى ترشد الملقحات إلى الرحيق.

أولاً: الأزهار التى تلقح بغشائيات الأجنحة Flowers pollinated by Hymenoptera

كون عـــدد مــن المجــاميع النباتيــة أزهــار متخصصــــــة وتراكيب خاصة يسهل تلقيحـــــها بغشـــائيات الأجنحـــة خاصـــــة النحل. وتسمى معظم هذه الأزهار بأزهار النحـــل "bee Flowers" التى تنتج رحيق وتعلن عن نفسها بالألوان الساطعة والشكل الزهرى



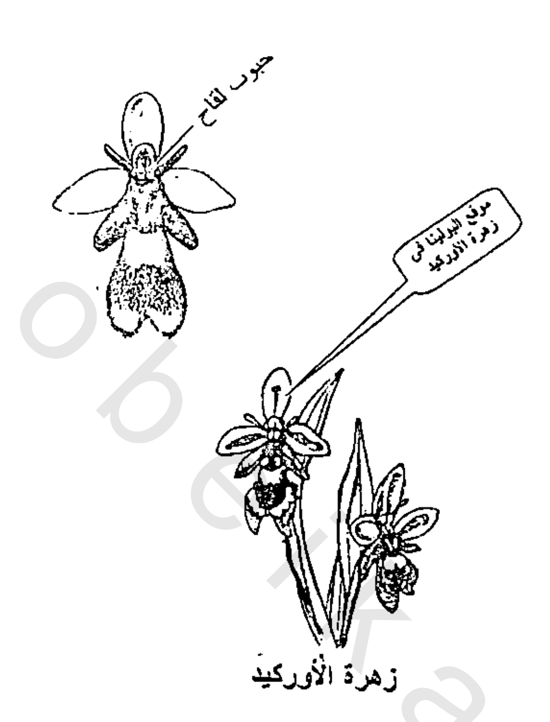
(شكل ٥) أزهار يحب النحل زيارتها ويلاحظ مرشدات الرحيق

الجاذب الجميل والتى عادة ما يكون لها رائحة حلوة. تفتح أزهار النحل أثنـــاء النهار وتغلقها ــ إذا كانت تفعل ذلك ــ فى الليل عندما يكون النحل غير نشط. هذه الأزهار ذات أشكال واضحة للنحل فقد تشمل على مرشدات الرحيق nectar guides (شكل ٥). ومرشدات الرحيق ذات قيمة خاصة للنحل إذا علمنا أن موقـــع رحيـق أزهار النحل عادة ما يكون فى قاعدة إنبوبة زهرية طويلـــة لا يســـهل ظـــهورها. والأنابيب الزهرية العميقة لكثير من أزهار النحل و"اللسان" الطويل للنحل مثال آخر لحدوث تطور بين النباتات والحشرات ولصالح مجموعة ضيقة من الملقحات!.

لكثير من الأزهار التى ينجذب إليها النحل شفه بارزة تعمل كرصيف لـــهبوط الحشرة الزائرة. ولبعض هذه الأزهار أيضاً آليات توزع حبوب اللقاح والتى كثـيراً ما تنشط أو تعمل tripped بوزن النحلة على ساحة الهبوط كما فى البرسيم فتفتــح الزهرة وتظهر أجزاءها فيحدث التلقيح.

لبعض الأزهار ممرات معقدة أو عوائق traps تجبر النحــل علــى أن يسـلك طريق معين إلى أو من مصدر الرحيق فتضمن هذه الآليات أن يقــابل الأسـدية أو المياسم عند موضع معين وبذا يكتسب النحل أو يضع حبوب اللقاح. فى حالة زهرة الأوركيد *Coryanthes speciosa* تمتلئ شفة الزهرة التى تشبه الدلو بســائل حلــو المذاق. وعند هبوط النحلة الزائرة على الجزء العلوى للزهرة تنزلق أرجلها وتــهبط فى الدلو. ويمكنها الخروج فقط بالزحف خلال فتحة ضيقة. وعندما تسلك النحلة هذا الطريق يجب عليها أن يحتك جسدها بالأسدية وبذا تكتسب كمية من حبوب اللقــاح التى تنقلها فى النهاية إلى زهرة أخرى. وينجذب ذكر نحل الــ *Euglossa cordata* إلى رائحة أوركيد آخر *(Gongora maculata)* يهبط علــى أزهــاره باحثــاً عــن الإفرازات الحلوة. وعند إختراق النحلة للأجزاء الزهرية الداخلية أثناء بحثها عــن الرحيق تفقد توازنها فجأة لمرورها على سطح لزج وتنزلق إلى قاع الزهرة. وعنــد مرورها على الأسدية تلتصق كتل متخصصة من حبوب اللقاح يطلق عليــها Pollinia وتلتصق على مكان معين على بطن النحلة تحمل هذه الحبــوب إلــى زهــرة أخــرى ويتكرر نفس الشئ وتترك النحلة الــ Pollinia على مياسم الزهرة الأخرى. يســتخدم عــدد مــن أنــواع الأزهــار هــذا الاتجــاه وهــى طريقــة أعطــى ــ و ــ خــذ give – and- take approach فى التلقيح. ومن المهم الإشارة هنــا إلــى أن الــ Pollinia توضع فى مكان خاص على جسم النحلة لكى يسهل لــها التلامــس مــع الميسم. وتستخدم أنواع مختلفة من الأزهار أماكن مختلفة على النحلة لوضع حبـوب اللقاح. وتتيح هذه الأماكن للأنشطة الطبيعية للنحلة الزائرة أن يلامس جزء مناسـب من جسم النحلة التراكيب التكاثرية للزهرة فتكتسب أو تترك حبوب اللقاح.

هناك تأقلم أكثر إثارة وإحكاماً فى الأوركيدات الخاصة بالجنس *Ophrys* حيث أن شفه الأنواع الزهرية التابعة لهذا الجنس تشبه إناث النحل أو الدبابير فى الشكل واللون (شكل ٦). والأهم من ذلك أن رائحة الأزهار تحاكى المادة الجاذبة الجنسية التى تطلقها إناث خاصة من النحل أو الدبابير حسب نوع الزهرة. فتنجذب ذكور النحل (خلاف نحل العسل) أو الدبابير إلى هذه الخدع وتحاول تلقيح الزهرة التى تشبه إنثاها فتلقح فى نفس الوقت الأزهار دون قصد. ويطلق على هذه الظاهرة بالجماع الكاذب pseudocopulation وهذه الآلية مسئولة عن تلقيح عدد من أنواع الأوركيد وبالطبع يتضمن إرتباط حميم جداً بين الزهرة والحشرة. سنتناول ذلك مع شئ من التفصيل قرب نهاية المؤلف.





(شكل ٦) (١) زهرة الأوركيد النحلية الشكل *Ophrys insectifera*.
(٢) النحلة الطويلة القرون *Ophrys bombyliformis* تحاول جماع الزهرة.

ثانياً: التفضيل الزهرى لأنواع النحل المختلفة

Flower preferences of different bee species

قسم Loew عام ١٨٨٥ أنواع النحل إلى أنواع تقصر زيارتها إلى نوع نباتى واحد monotropic أو تعمل على أنواع شديدة القرابة oligotropic أو تزور عدة أنواع polytropic. فى العادة ما تكون العلاقة بين النحل وأنواع الأزهار سلوكية وفسيولوجية وليست مورفولوجية ولكن تبدى بعض من أنوع النحل الوحيد العائل النباتى monotropic والمحدد العوائل النباتية oligotropic تحورات مورفولوجية خاصة للحصول على الرحيق وحبوب اللقاح من أنواع الأزهار التى تزورها. كما تظهر الأزهار عادة واحداً أو أكثر من التكيفات التبادلية. توجد مثل تلك العلاقات بين النحل والأزهار على وجه الخصوص فى النحل التابع للعائلات Panurgidae, Megachilidae, Anthophoridae, Melittidae, Andrenidae وبين العائلات النباتية Cactaceae, Malvaceae, Convolvulaceae, Cucurbitaceae, Onagraceae.

وحتى عندما يكون النحل متعدد العوائل polytropic قد يفضل بعض أنواع الأزهار على أنواع زهرية أخرى. بالرغم من أن شغالة نحل العسل يمكنها زيارة كثير من الأنواع الزهرية إلا أنها عند العمل تحافظ الشغالة ومعظم أفراد المستعمرة على زيارة نوع زهرى واحد أثناء الزيارة الواحدة أو المتعاقبة فى حالة إستمرار تدفق الرحيق وحبوب اللقاح. كما وجد أن نحل *Anthophora linsleyi* يفضل حبوب لقاح نبات *Salvia carduacea* عن أى نوع آخر. كما لوحظ أن نحل *Andrena varians* يزور أشجار الفاكهة بنسبة أكبر من ٣ أنواع نباتية أخرى تابعة لنفس الجنس *Andrena* التى تنشط فى نفس المنطقة فى نفس الوقت.

ينشط كثير من النحل الإنفرادى solitary bees فقط فى موسم قصير كما يوجد فى مناطق حيث توجد أنواع زهرية قليلة وبذا لديه فرصة قليلة للتخصص. وعلى العكس من ذلك النحل الإجتماعى social bees غير محدد بجيل واحد للحضنة وفترة السعى القصيرة ولكن تسعى المستعمرة ككل طوال فصل التزهير. وحياة عمل أو سعى foraging life فرد واحد من النحل قد تبقى لفترات تزهير عدة أنواع

نباتية متتالية. ولذا مثل هذا النحل يكون بالضرورة متعدد العوائل. ومع ذلك يوجد تفضيل بين بعض تلك الأنواع والذى قد يتحدد بشكل الأزهار. فيفضل كلاً من نحل العسل ونحل البامبل الفصوص الزهرية (Segmented flowers) ذات الإطار الخارجى غير المحدد كما يوجد ما يشير إلى أن نحل البامبل يزور بمعدل أكثر من نحل العسل الأزهار الثنائية التماثل وأحياناً يفضل bilaterally symmetrical flowers نحل البامبل أزهار مختلفة الأشكال ويبحث عن أزهار فى أنماط مختلفة من المساكن habitats. ففى إسكوتلاند يسعى نحل البامبل *Bombus pratorum* و *B.agrorum*، عن أزهار المساكن الظليلة وغالباً ما يزور الأزهار المفتوحة والأزهار ذات التويج المتوسط الطول. وبينما يزور *B.lucorum* غالباً الأزهار المفتوحة ويقصر سعيه فى المساكن المفتوحة ونجد أن *B.hortorum* يقصر زياراته على الأزهار ذات التويج الأنبوبى الطويل فى عدة مساكن. كما يثبط نشاط عمل النحل *B.agrorum* عند وجود نحل آخر يسعى لزيارة نفس الزهرة خاصة *B.pratorum* الذى يهبط مباشرة بالقرب من النحل الذى يتغذى على الأزهار. ويتطلع العلم إلى الكشف على ما إذا كان نفس التفضيل موجود فى أجزاء العالم الأخرى حيث توجد هذه الأنواع.

ينعكس التفضيل الزهرى لنحل البامبل على أنماط حبوب اللقاح التى تجمعها مستعمرات الأنواع المختلفة. على سبيل المثال تجمع مستعمرات نحل *B.lucorum* معظم إمدادات حبوب اللقاح من *Trifolium repens, Erica* spp. وتجمع مستعمرات *B.agrorum* حبوب اللقاح *Trifolium partense* و *Vicia* spp. وفى الحقيقة قد يعتمد عدد أنواع حبوب اللقاح المجموعة بواسطة مستعمرة نحل البامبل أساساً على وفرة النوع النباتى المفضل له. فعند وضع مستعمرات نحل *B.agrorum* و *B.sylvarum* بجانب حقل *Trifolium pratense* فإنها تجمع فقط حبوب لقاح *T.pratense* بينما إذا وضع مستعمرات *B.lucorum* بجانب نفس الحقل فإنها تجمع ٤٣% من حبوب لقاح أنواع نباتية أخرى.

أخيراً ــ إنها ميزة للنبات عندما تكون ملقحاته زائرات متخصصة التى ترتبط بإخلاص بأزهار نوع نباتى واحد فقط أو أنواع قليلة. وفاء ملقح الأزهار التى قد

يرتبط بعشائر قليلة من النباتات سائد بصفة خاصة فى عائلة Orchidaceae أكثر العائلات جمالاً فى النباتات الزهرية.

واضح مما سبق أن بعض أنواع البامبل يميل لجمع حبوب اللقاح من أنواع نباتية أقل عن أنواع بامبل أخرى. ويفترض أن هذا له علاقة بوجود النوع الزهرى ووقت السنة التى يكون النوع الزهرى سائد. وبالرغم من وجود تقارير تشير إلى أن نحل البامبل ليس بإستطاعته توصيل المعلومات الخاصة بموقع الغذاء مباشرة للأفراد الأخرى من مستعمراته. ورغم ذلك يعزى تجانس خليط حبوب لقاح مستعمرات نجل *B.lucorum* عن مستعمرات *B.agrorum* إلى أن الأولى تعبئ جهود الجمع للعمل على محصول خاص. وهذا يشير إلى وجود إتصال ونقل معلومات لم تكتشف طبيعته بعد.

الآن ـ من المهم أن نشير إلى أن كلمة نحل bees تطلق عادة على قليل من أنواع الحشرات التى تعيش معيشة إجتماعية social life وكثير من الأنواع التى تعيش معيشة إنفرادية solitary life. ويتميز النحل الإجتماعى بتعاون الفرد من أجل المجموع والمجموع من أجل الفرد ويعمل الجميع ويتفانى فى العمل بأمانة وإخلاص حتى الرمق الأخير من الحياة. وتعيش كل طائفة فى "مسكن" مشترك ويعمل الجميع على خدمة وبقاء الطائفة. ويقسم النحل الإجتماعى إلى ثلاثة مجموعات:

١- مجموعة نحل العسل وجميعها يتبع جنس *Apis*

٢- مجموعة نحل البامبل وجميعها يتبع الجنس *Bombus*

٣- مجموعة النحل الغير لاسع وأهم أجناسها الـ *Trigona, Melipona*

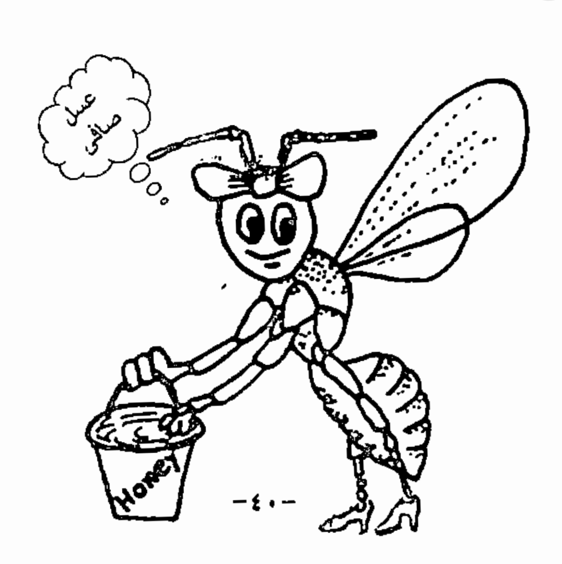
مجموعة نحل العسل سيأتى ذكرها فوراً بعد قليل. المجموعة الثانية Bumble bees تحوى جنس بسيط وطوائفه أصغر الطوائف. وتموت جميع أفراد الطائفة فى الشتاء ولا يبقى من كل طائفة سوى ملكة لقحت صيفاً. يملأ النحل بعض العيون بالعسل أو حبوب اللقاح أو خليط منها. ومجموعة النحل الغير لاسع stingless bees تشكل حشرات تعيش فى المناطق الحارة ويربى النحل حضنته فى أقراص سمكها طبقة

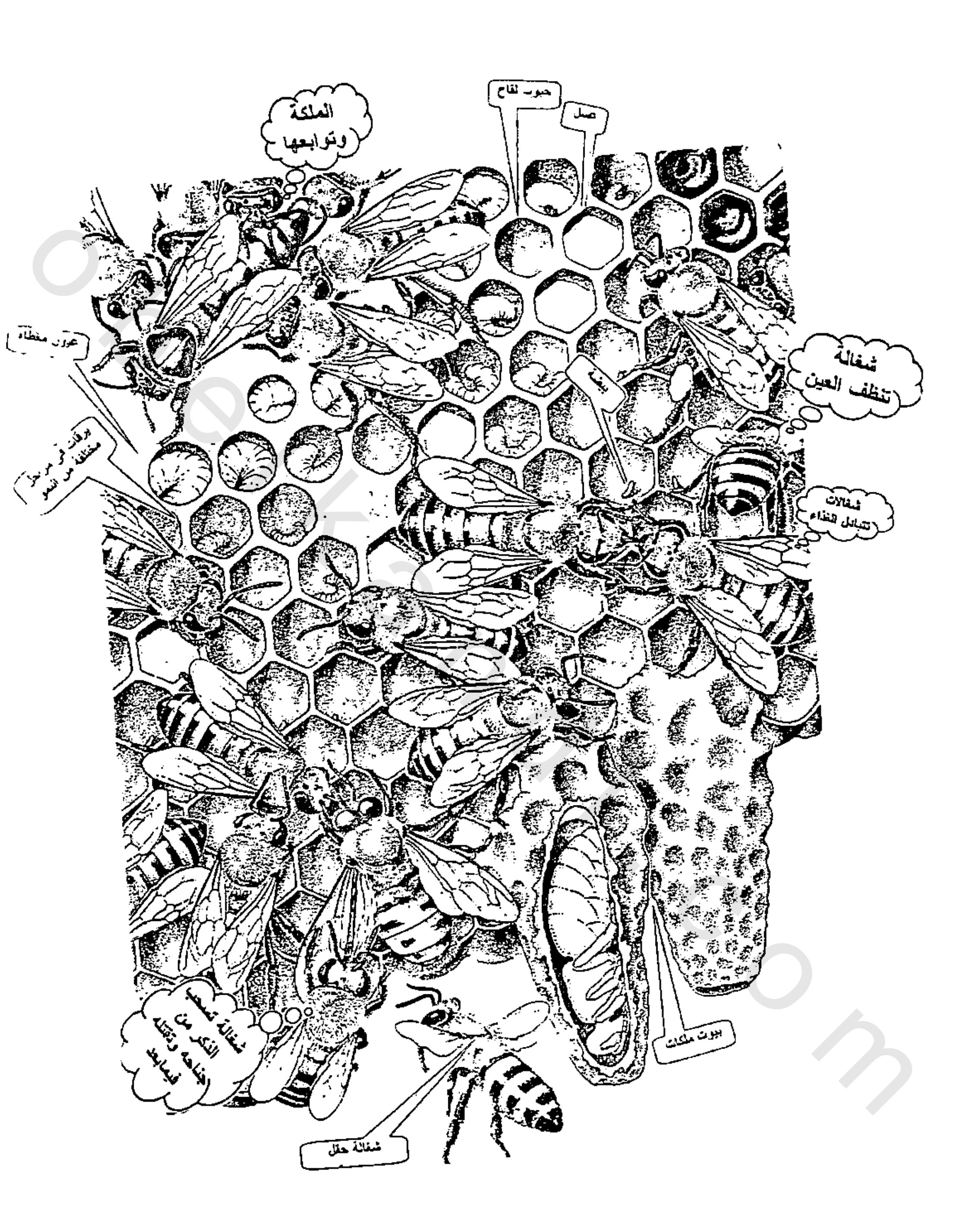
واحدة وتملأ العيون بالعسل وحبوب اللقاح مختلطين معاً. ولا تعتبر مجموعة نحل البامبل والنحل الغير لاسع من النحل المنتج للعسل. وذلك لقلة كمية العسل المجموع ويخزن بطريقة يصعب الحصول منها على عسل يمكن إقتصادياً أن يستعمله الإنسان.

يعيش النحل الإنفرادى كل فرد لنفسه ولا يجتمع فردان إلا فى حالة تزاوج الأنثى والذكر ولفترة قصيرة وقد تجمع الأنثى الغذاء ولكن لا ترعى صغارها. يبنى النحل أعشاشه فى الأرض أو فى سيقان نباتية أو فى تجاويف فى جذوع الأشجار. والنحل لا يفرز الشمع عادة وإن كان يجمع الرحيق وحبوب اللقاح من الأزهار ويخزنها فى أعشاشه.خلاف نحل العسل لبعض الأنواع سلال حبوب لقاح على سطح البطن السفلى مثل أنواع تابعة للجنس *Osmia* sp. وليست على الأرجل الخلفية كما فى نحل العسل. يطلق على تلقيح النحل bee pollination المصطلح melittophily وتلقيح الدبابير sphecophily.

ثالثاً: إستخدام نحل العسل كملقحات Using honeybees as pollinators

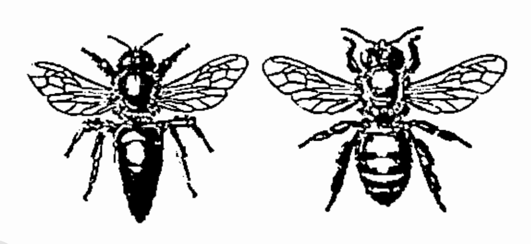
ينتمى نحل عسل أوروبا وأفريقيا والعالم الجديد إلى النوع *Apis mellifera* ويوجد فى جنوب آسيا ثلاثة أنواع من نحل العسل هى النحل العملاق *A.dorsata* والنحل القزم *A.florea* والنحل الآسيوى *A.cerana*. ومع ذلك يمكن حفظ آخر نوع من الأنواع الثلاثة فى خلايا. وفيما عدا الهند وبعض البلاد الآسيوية الإستوائية يوجد ميل لمربوا النحل بإحلاله مع النوع *A. mellifera*.

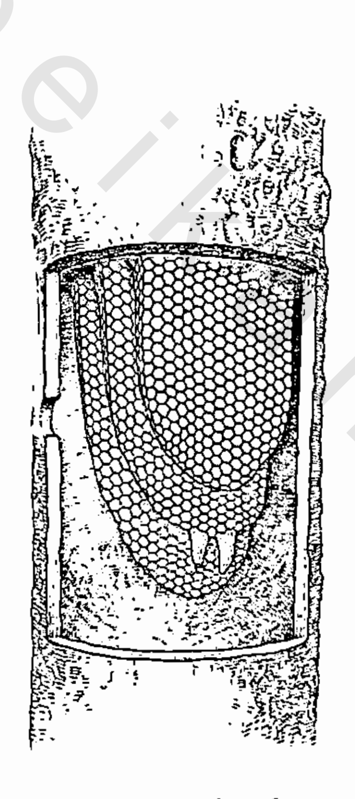


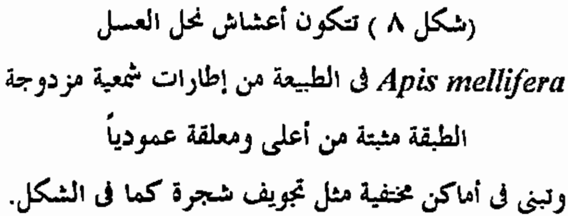


(شكل ٧): أفراد طائفة نحل العسل

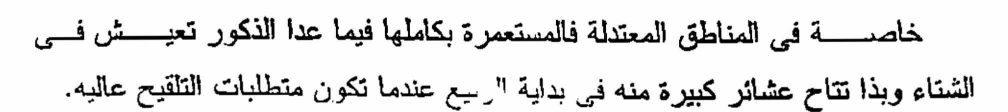
ربمـــا يكـــون العســـل *A.mellifera* أكثر الملقحات الحشـرية أهمية للمحاصيل التجاريـــة ويرجـع التوزيع الناجح لهذا النحل فى المناطق التحـت قطبيـة والتحـت إسـتوائية والإستوائية إلى المســتعمرة يمكنـها ضبـط التغـيرات الفصليـة والبيئـة الفيزيائيـة داخـل الخليـة. ومـــن الضرورى تفهم بعض أوجـه الحيـاة الإجتماعية لمسـتعمرة نحـل العسـل (شكل ٧) إذا أريد إسـتخدامه كملقـح للأزهار. تتواجد مسـتعمرات نحـل العسل فى الحياة البرية فى تجـاويف الأشجار والكهوف وملاجئ مشـابهة (شكل ٨) ولكن يمكن تسكينه بسـهولة فى خلايا من صنع الإنسان للحفاظ عليه حيث ينتج ويخزن العسل بكميات كبـيرة وارتفعت أهميتـه حديثاً كملقحات






(شكل ٨) تتكون أعشاش نحل العسل
Apis mellifera فى الطبيعة من إطارات شمعية مزدوجة
الطبقة مثبتة من أعلى ومعلقة عمودياً
وتبنى فى أماكن مختفية مثل تجويف شجرة كما فى الشكل.

ذكر


خاصـــة فى المناطق المعتدلة فالمستعمرة بكاملها فيما عدا الذكور تعيـــش فـــى الشتاء وبذا تتاح عشائر كبيرة منه فى بداية الربيع عندما تكون متطلبات التلقيح عاليه.

١- مستعمرة نحل العسل honeybee colony

تتكون مستعمرة النحل في الصيف من ١٥,٠٠٠ إلى ١٠٠,٠٠٠ من الشغالات (workers) وهى إناث عقيمة وملكة واحدة (queen) وهى أنثى خصبة وعدة مئات قليلة من الذكور (drones). يعيش النحل فى إطارات شمعية متوازية ذات خلايا سداسية تحوى اليرقات ومخزونات من العسل وحبوب اللقاح (شكل ٧).

كما سبق القول ــ تتكون المستعمرة من ثلاثة أنماط من الأفراد (شكل ٧). الذكور ــ تلقح الملكات العذارى ولكن إلى جانب إمكانية تحضين الحضنة incubating broo لا تؤدى الذكور وظيفة أخرى فهى لا تزور الأزهار ولكن يها الشغالات كما تتغذى بأنفسها من المخازن الغذائية بالمستعمرة وهى تطرد من المستعمرة أو تقتلها الشغالات فى الخريف. والذكور لا يمكن أن تدافع عن نفسها او حتى عن المستعمرة حيث لا يوجد بها آلة لسع المحورة عن آلة وضع الشكله الموجودة فى الإناث فقط. تنشأ الشغالات من يرقات تتغذى فى أول ثلاث أيام لسها على غذاء ملكى يطلق عليه لبن النحل bee milk. وهو غذاء ذو نوعية عالية تنتجه الشغالات من الغدد الفوق بلعومية hypopharyngeal glands. ثم بعد ذلك تتغذى علـ خليط من العسل وحبوب اللقاح يطلق عليه خبز النحل bee bread. تربى الشغالات فى الخلايا الشمعية العادية المستخدمة فى تخزين العسل وحبوب اللقاح. تؤدى الحشرات الكاملة للشغالات جميع أنواع العمل فى المستعمرة فيما عدا وضع البيض.



يبدو أن الشغالات تتمرن على أداء مهن مختلفة حيث تميل واجباتها للتغير كلما تقدمت الشغالات فى العمر وتتحسن قدرتها على أداء مهام معينة بالممارسة. ويوجد إختلاف كثير فى تسلسل المهام ولكن تعمل الشغالات فى أيامها الأولى كحشرة كاملة

كالخادمة حيث تقوم بتنظيف العيون حتى يمكن إعادة استخدامها. وعندما تبلغ ثلاثة أيـام من العمر تصبح نحلة مربية nurse bee حيث تبدأ بتغذية اليرقات الكبيرة بخبز النحـل ثم عند نمو غددها البلعومية تغذى اليرقات الصغـيرة (١-٣ أيـام) بـالغذاء الملكـى. وعندما تنمو الغدد المنتجة للشمع على الجانب السفلى للبطن تصبح بانيـة للإطـارات comb builder. ثم تصبح فيما بعد نحلة مستقبلة حيث تتلقى الرحيق مـن الشـغالات التى جمعته من الحقل وتنقله إلى العيون أو تؤدى أى عـدد مـن الواجبـات الخاصـة بالمستعمرة والمرتبطة بجمع الغذاء. وقبل أن تصبح الشغالة نحلة حقل filed bee تعمل بعض الشغالات كحارسات guards عند مداخل الخلية. وتصبح الشـغالات جامعـات للغذاء من الحقل field foragers فى نحو ١٠ إلى ٣٤ يوماً من عمرها وفى العادة مـا تستمر فى أداء هذه المهام باقى حياتها وربما لثلاث إلى أربع أسابيع فقـط. عـادة مـا تضمر غدد الغذاء المتخصصة الموجودة فى الرأس والغدد الشـمعية فـى البطـن ولا تصبح الغدد منتجة عندما تصير النحلة جامعة لمتطلبات المستعمرة forager. ومع ذلك يمكن للنحل أن يضبط ويكيف أنشطته لحد ما ليسد إحتياجات المستعمرة عند الضرورة. حيث يمكن للشغالات أن تستمر فى إنتاج الغذاء الملكى لأكثر من ٨٠ يومـاً عندمـا لا يتاح نحل صغير ليقوم بهذا الواجب. ويمكن للغدد البلعومية فى الشـغالات الأكبر أن تستعيد حجمها بعد ضمورها وتعاود تلك الشغالات القيام بمهام كمربيات نحل. وبـالمثل يمكن لغدد الشمع النمو بعد ضمورها فى الشغالات الكبيرة السن وتصبح تلك الشـغالات بانيات للإطارات لتغطى إحتياجات المستعمرة. وعرف أن الشغالات الصغيرة التى يبلـغ عمرها أربعة أيام أن تتأهل وتصبح شغالات حقل عند الحاجة. يتضـح مـن ذلـك أن النحل يمكن أن يتغير فسيولوجياً عند الضرورة رغم أنه فى العادة يحدد دور النحلة فـى المستعمرة الحالة الفسيولوجية لها.

الملكة هى أكبر نحلة فى المستعمرة والمسئولة عن وضع جميع البيض. وتمـيز عن الشغالات بحجمها وغياب سلال حبوب اللقاح على الأرجل الخلفية. ولا يمكنـها أن تقوم بأى عمل من أعمال الشغالة ولا يمكن أن تطعم نفسها وتقـوم الشـغالات بإطعامها والعناية بها. تتشابه الملكة مع الشغالات وراثياً وإختلاف صفاتها السلوكية والطبيعية نتيجة بيئة تربيتها وغذائها عندما كانت يرقة. فالملكة تربى فى عين ملكية

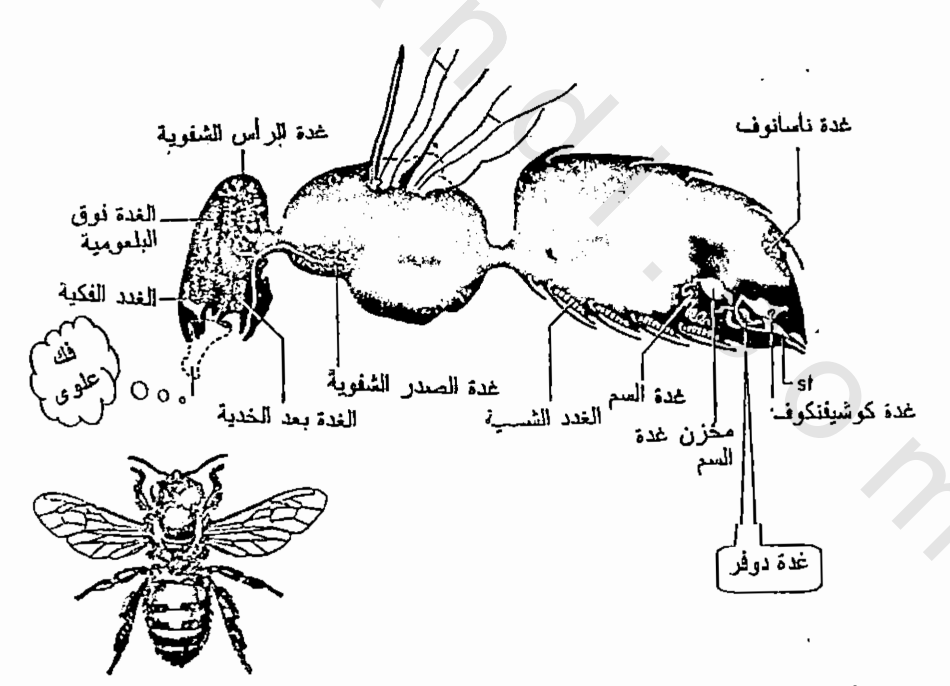
ذات بناء خاص. فالعين طويلة من شمع إسطوانى مستدق وعادة ما تكون فى أسفل الإطار (شكل ٧). تربى يرقات الملكة على الغذاء الملكى طوال فترة نموها ولا تغذى بتاتاً بخبز النحل. تغادر الملكة الجديدة الخلية بعد خروجها بعدة أيام لتتزاوج غالباً فى الهواء مع الذكور. وعادة ما تتزاوج فى عدة أيام متتالية وربما مع كثير من الذكور فى فترة التزاوج ولكن لا تتزاوج بعد بدئها من وضع البيض. تخزن الملكة الحيوانات المنوية التى تستقبلها من الذكور فى قابلتها المنوية spermatheca وتنطلق منها وقت الحاجة لإخصاب البيض. والملكة الجيدة قد تضع بيض كثير يصل إلى ٢٥٠٠ بيضة فى اليوم أثناء الصيف وعادة ما تعيش لعدة سنوات. وعندما تبدأ قدرتها على وضع البيض فى الانخفاض عادة ما تستبدلها الشغالات بتربية ملكة جديدة.

تتزايد مستعمرات النحل بالتطريد swarming. فتحت ظروف إزدحام ونمو عشيرة المستعمرة تربى الشغالات ملكة جديدة. وعندما يكتمل نمو هذه الملكة تترك الملكة القديمة ونحو نصف شغالات المستعمرة "الخلية" وتطير بأعداد ضخمة لموقع قريب وفى العادة ما يكون فرع شجرة. فى هذا المكان ينتظر معظم النحل عودة بعض نحل الإستطلاع scout bees الذى ذهب باحثاً عن مكان ملائم لمسكن جديد. عند عودة الأفراد الإستطلاعية يعاود الطرد الطيران ليبنى مستعمرة جديدة وتظل المستعمرة الأم "العجوز" فى موقعها الأصلى مع الملكة الجديدة وتستمر فى أنشطتها الطبيعية. أثناء تجنيد الشغالات للخروج فى طرد لتكوين عش جديد تمارس شغالات النحل رقصات خاصة مثل التى تؤديها عند الذهاب إلى المصادر الغذائية. إلى هنا نجد أننا فى حاجة إلى القاء مزيد من الضوء على شغالات النحل حتى يمكن إستغلاله فى تلقيح الأزهار بكفاءة عالية.

٢- واجبات شغالات النحل Duties of worker bees

أجريت أول الدراسات التفصيلية على واجبات شغالات النحل بواسطة Rösck (١٩٢٥، ١٩٣١) حيث ميز الشغالات بألوان مختلفة طبقاً لأعمارهم وراقب أنشطة الشغالات ذات الأعمار المختلفة فى خلية عرض ذات جدران زجاجية. ووجد أن أفراد الشغالات لا تتخصص فى مهام معينة ولكن لكل منها أدى مهام مختلفة وتميل المهمة

الخاصة لأن تتغير مع كبر النحلة فى العمر. فكانت مهمة النحلة فى اليوم الأول من خروجها أو نحو ذلك تنظيف الخلايا الشمعية لتصبح جاهزة لوضع البيض أو تخزين الطعام. وعندما تبلغ النحلة ٣-١٣ يوماً فى العمر تقوم النحلة بمهمة تربية النشئ nurse duty حيث يتردد كثيراً على الحضنة ويفحص البيض واليرقات فى العيون السداسية المفتوحة وعقب فحص اليرقات تغذيها بإفرازات من الغدد الفوق بلعومية والغدد الفكية mandibular glands الموجودة فى رؤوس الشغالات (شكل ٩). ولا يمكن للنحلة أن تقوم برعاية الصغار دون نمو الغدد الفوق بلعومية (شكل ٩). وعندما تكبر الشغالة قليلاً عندما تصل ما بين ٧-٢٤ يوماً من العمر تكون فى نحل Rös ck الغدد المنتجة للشمع (شكل ٩) التى تقع على الجانب السفلى للبطن ويبنى النحل فى هذا العمر الإطارات الشمعية. بعد ذلك تقوم الشغالات بتلقى واستقبال الرحيق من الشغالات القادمة من الحقل وتعبئ أحمال حبوب اللقاح التى جمعتها الشغالات الجامعة لحبوب اللقاح فى العيون الشمعية كما تزيل من العيون الشمعية البقايا مثل حبوب اللقاح



(شكل ٩): الغدد ذات الإفراز الخارجى فى شغالة نحل العسل *Apis mellifera*

المتعفنة mouldy pollen والحضنة الميتة والقطع الشمعية القديمة من الإطارات الشمعية. مثل هذه الشغالات التى إنتهى دورها كمربيات للحضنة قبل أن تبدأ مهام العمل الحقلى يعمل بعضها كحارسات guards. يبدأ النحل فى العمل الحقلى foraging عندما يصبح عمره ما بين ١٠-٣٤ يوماً فى العمر ويستمر فى هذه المهام بقية أيام حياته. عموماً – فى هذا الوقت تضمحل الغدد الفوق بلعومية والغدد الشمعية فى النحل الذى يسرح فى الحقل foragers. ومع ذلك – بالرغم من أن النحل يميل لأداء سلسلة من المهام المتتالية إلا أنه وجد تداخل واضح فى الأعمال والأعمار التى تؤدى هذه المهام.

٣- تكيف الشغالات للمهام المختلفة Adaptability of workers to different tasks

أكد كثير من البحاث نتائج Rösck حيث أجروا دراسات مكثفة على سلوك النحل المعلم المعروف أعماره مع الملاحظة المستمرة لأنشطة أفراد معروفة العمر لفترات طويلة كل يوم. ووجد اختلاف هام فى الأعمار التى عندها تؤدى مهام مختلفة وذكر أمثلة عديدة لأفراد تؤدى عملان أو أكثر من المهام المختلفة فى نفس اليوم.

يبدو – إحتمالاً – أن النحل يعدل سلوكه على الأقل لحد ما ليغطى متطلبات مستعمرته وأجريت عدة تجارب لفحص ذلك بإعداد مستعمرات صناعية لا تحوى شغالات كبيرة العمر ولكن تحوى شغالات حديثة السن مع ملكة وإطارات تحوى حضنة أو إطارات فارغة ووجد تحت هذه الظروف أن النحل الذى عمره يومان فقط يغذى الحضنة عند الضرورة ويخرج النحل الذى عمره أربعة أيام فقط للسعى فى الحقل لجمع الغذاء رغم أنه مازال يحوى غدد فوق بلعومية كبيرة. وأظهرت تجارب أخرى أنه يمكن دفع نحل الحقل foragers لتربية الحضنة بصفة مستمرة أى أصبح نحل مربى للحضنة وأن الغدد البلعومية لـ ٧٠% من هذا النحل الذى عمره ٧٩-٨٣ يوماً كانت كبيرة ولكن إكتشف أن وزن وعمر النحل المربى تناقص عندما كانت النحل المربى للحضنة nurse bees أكبر فى العمر عن المعتاد. وعلى عكس التجارب السابقة عندما كانت المستعمرات تتكون كلها من نحل مسن أو نحل حقل مع ملكة وحضنة وجد أن هذا النحل المسن قام برعاية الحضنة فقط مع صعوبة فى

البداية وسرعان ما كبرت الغدد الفوق بلعومية لكثير من هذا النحل مـــرة أخـــرى وتلقت الحضنة رعاية كافية. وبالمثل ــ وجد أن النحل عند الضـــرورة ــ يمكنـه تحديد نمو غدده الشمعية وبينى الإطارات. لهذا السبب المهمة المطلوب أداؤها يمكن تحدد ظروف غدد الشغالة worker's glands. ومع ذلك ــ من المحتمل أيضـــاً أن يكون العكس صحيح فعندما منع نمو الغدد الفوق بلعومية أهملت الشـــغالات مـــهام رعاية الحضنة nursing duties وخرجت مبكراً للسعى فى الحقل.

٤- تناسق أنشطة الشغالات Coordination of activities of workers

للحفاظ على كيان ووحدة المستعمرة فإن أنشطة أفرادهـــا يجـــب أن تتناســق بطريقة ما. وتميل الدراسات الحديثة على عشائر الحشرات الإجتماعية على إكتشاف كيفية إنجاز ذلك. قد ينتج هذا جزئيا من التنبيه المباشر للفرد. فلقد لاحظ أحد البحـــاث أنه أثناء أنشطة رعاية النحل للحضنة تتوقف بعض الشغالات عن العمـــل لبضـــع ساعات فى وقت ما لتتجول فى الخلية. ودائما ما تفحص هذه الشغالات المتجولـــة "wandering bees" عيون الإطارات والحضنة ويطلق على هذا النشاط بالإستكشاف patrolling وهذا أدى إلى الاقتراح بإنه أثناء الإستكشاف تجمع كل نحلة المعلومات عن المهام المراد إجراءها. ويفترض أن التنبيه الذى تصادفه الشغالة المتجولة يعمل على إطلاق أنمطة سلوكية مناسبة إلى النحلة الملائمـــة فسـيولوجيا لأداء العمـــل المطلوب. لقد أظهر البحث أن وجود حيز خالى فى المستعمرة مناسب لبناء الإطـــار الشمعى فإن هذا الحيز ينبه نمو غدد الشمع فى بعض شغالات الخلية. كما ذكـــر أن الغدد الفوق بلعومية لم تصبح نشطة تماما إلا عند وجود حضنة. كما وجد إختلافات كيماوية ثابتة فى غذاء الحضنة المقدم ليرقات الشغالات الصغيرة ويرقات الشغالات الأكبر ويرقات الملكات هذا أدى إلى اقـــتراح Townsend & Shuel عـــام ١٩٦٢ بوجود إختلافات فى تركيب الإفراز الغدى glandular secretion فـــى الشـــغالات المختلفة وإذا كان ذلك صحيحا فإن يرقات الطبقات والأعمار المختلفة يجب أن تتجه لتنبيه القسم الصحيح right category من الشغالات الحاضنة nurse bee لكى تغذيهم.

توجد الحضنة فى أى مستعمرة طبيعية undisturbed colony فـــى الإطـــارات المركزية. وعادة ما يوجد فى كل إطار حضنة مخازن من العسل وحبـــوب اللقـــاح عند أطراف الإطار. وعلى كل جانب من إطارات الحضنة وربما فوق أو تحت تلك الإطارات توجد إطارات تحوى مخازن للعسل وحبوب لقاح فقط. ويوجـــد معظـــم النحل الصغير على إطارات الحضنة وكلما كبر النحل فى السن يوجد إتجاه كبـــير لهذه الشغالات من أن تتواجد علـــى إطـــارات الخـــزن store combs. وبـــالرغم أن النحل الصغير يميل لأن يبقى فى مركز أنشطة المستعمرة وقد يتعلم جزئيـــاً متطلبات مستعمرته خلال الخبرة الفردية المباشرة إلا أن هذا بمفـــرده ليـــس بكـــاف لوصف التناسق فى مجتمع كبير مثل مستعمرة نحل العسل. ويبدو أن هذا التناســـق يتم بدرجة كبيرة بواسطة وجود فرمونـــات مختلفـــة وأيضـــاً بنقـــل الغـــذاء مـــن نحلة لأخرى.

تنجذب شغالات نحل العسل إلى الإهتزازات والسخونة والرائحة الناتجة بواســـطة النحل المتعنقد cluster of bees (المتجمع). ويشـــكل هـــذا الجـــذب متطلـــب للحيـــاة الإجتماعية الذى يزداد عندما تكون الأفراد قادرة على نقل الغذاء مع أفراد هذا التجمـــع. فالنحلة التى تطلب الغذاء تدفع لسانها بين أجزاء فم نحلة أخرى. فتفتح النحلة التى تقـــدم الغذاء فكوكها العليا وتدفع للأمام الجزء الأمامى من لسانها وترجع regurgitate قطـــرة غذاء. وأثناء التغذية تتلامس بإستمرار وبحركات ثابتة كلاً من قرون إستشعار المســـتقبل والمعطى لتساعد النحل فى توجيه بعضه البعض. ويتكون الغذاء الذى يمر مـــن نحلـــة لأخرى من ماء أو رحيق أو عسل مرتجع من معدة العسل honey stomach.

يشاهد فى الصيف نقل سريع ومكثف للغذاء بين أفراد مســـتعمرة نحـــل العســـل. لذا سمح فى أحد التجارب لشغالات الحقل foragers أن تجمع ٢٠ مـــل مـــن شـــراب سكرى محتوى على فسفور نشط مشع radioactive phosphorus. ووجد أنه خـــلال ٥ ساعات ٢٧% وخلال ٢٤ ساعة ٥٥% من نحل المستعمرة كان يحمل إشـــعاع نشـــط radioactive. أفراد النحل التى تتلقى الغذاء عمرها أقل من النحل الذى يجلب ويعطـــى الغذاء. وكلما كبر النحل فى السن متوسط عمر كلاً من النحل الذى يمنح الغـــذاء وتلـــك التى تستقبله يزداد أيضاً لهذا السبب يميل الغذاء لأن يمر خلال المستعمرة مـــن النحـــل

الأكبر سناً وهو نحل الحقل إلى الأصغر الذى يتواجد على إطارات الحضنـــة. وبـــهذه الطريقة يمكن أن يدرك جميع أفراد المستعمرة نوعية الغذاء القادم للخليـــة كمـــا يمكـــن للنحل تحديد المعدل الذى يجمع به الرحيق من التكرار الذى يقدم به الغذاء. والتغـــيرات فى إمدادات الغذاء تؤثر فى تربية الحضنة وإنضاج وتخزين العسل وإفراز الشمع وبنـاء الإطارات. لذا يمكن إفتراض أنه خلال نقل الغذاء يمكن أن تـــدرك أفـــراد المســـتعمرة الظروف المتغيرة خارجياً وداخلياً وتتفاعل طبقاً لذلك.

من العوامل الأخرى التى تؤدى إلى تناسق أنشطة الشغالات نقل المعلومات عن طريق الرسائل الكيماوية أو الفرومونات Pheromones. هذا النقل يتم فى مســـتعمرة النحل بالتلامس المباشر بين النحل وفى أغذيتـــه أو فـــى الجـــو الداخلـــى للخليـــة atmosphere. من فرمونات نحل العسل التى وجه إليها الإهتمام الكبير تلك التـــى تنبعث من الملكة. حيث وضح أن سطح جسم الملكة يحمل مـــادة تحصـــل عليـــها الشغالات مباشرة بواسطة اللعق أو غير مباشرة من شغالات النحل الأخرى خـــلال الغذاء المرتجع regurgitated food يعمل هذا الفرمون على تثبيط الشـــغالات مـــن تربية ملكات إضافية كما يثبط نمو مبايضها. كما أشير أيضاً إلى إشتمال الفرمـــون لمواد ذات رائحة odoriferous substances تساهم فى التثبيط الكامل كمـــا يجـــذب المكون الرئيسى لإفراز الغدة الفكية الملكية الذى يتحكم فى تربية الملكات وتثبيـــط نمو مبايض الشغالات الذكور لمتابعة الملكة أثناء طيران الزفاف. يجذب هذا الفرمـــون أيضاً إلى جانب فرمونات أخرى الشغالات إلى ملكتها أثناء طيران التطريد.

بصرف النظر عن كون نقل الغذاء food transfer نفسه وسيلة من وســـائل نقـــل المعلومات إلا أن هذا النقل يشكل وسط لتمرير بعـــض الفرمونـــات الخاصـــة بتنظيـــم المستعمرة. كما أن الشغالات لا تغذى أفرادها فقط ولكن تغذى ملكتـــها أيضـــاً. وأحـــد الطرق التى قد تؤثر بها الشغالات على وضع البيض يتم عن طريق تنظيم الغذاء التـــى تقدمه لها الذى يتناسب مع جهد ومعدل وضع البيض الذى تضعه. كما يمكن للشـــغالات أيضاً تنظيم معدل وضع البيض عن طريق عدد الخلايا الشمعية التى تنظفـــها وتعدهـــا لإستقبال البيض. ومع ذلك لازالت العلاقة معقدة بسبب أن الفرمونات المنتجة بواســـطة الملكة تنبه الشغالات لتربية الحضنة وبناء الإطارات. سيجد القارئ أيضاً مزيـــداً مـــن

المعلومات عن العوامل التى تؤدى إلى تناسق أنشطة الشغالات تحت الموضعات التالية مباشرة.

٥- لماذا تنطلق الشغالات للعمل الحقلى؟ Why workers start to forage?

مازال هناك الكثير من المعلومات لم يكشف العلم عنها إلى الآن عن لماذا تغير النحلة من مهامها فى الخلية house-duties إلى مهام العمل الحقلى foraging. من المعروف أن درجة حرارة مركز عش الحضنة حيث يوجد النحل الصغير تحافظ المستعمرة على أن تبقى نحو ٣٥ °م (٩٥ °ف) وتتناقص تجاه أطراف المستعمرة. ومعروف أنه كلما كبرت الشغالة يزداد معدل التمثيل الغذائى وتتناقص درجة الحرارة التى تفضلها. هذا قد يساعد فى تفسير إتجاه شغالات النحل فى تفضيلها للتجمع عند أطراف المستعمرة كلما تقدمت فى العمر. أى تصبح مكيفة أكثر لدرجة الحرارة الأقل وتصبح تلك الشغالات ذات قدرة أكبر من الشغالات الصغيرة السن فى معايشة البرد وتظل نشطة وتطير عند درجات الحرارة الأقل ومن المحتمل أن تزداد قوة مع هذا التكيف. لهذا السبب كلما كبرت الشغالة فى العمر فإنها تتأهل فسيولوجياً للخروج إلى الحقل لجمع الغذاء ومتطلبات المستعمرة الأخرى.

ذكر البعض أنه كلما إزدادت أعداد الشغالات فإن ذلك يزيد من إحتمال أن يتجه جزء منها لأداء سلسلة من مهام أخرى. فإزدياد أعداد الشغالات يؤدى إلى الإستغناء عن عمل البعض فى المستعمرة فتصبح شغالات حقلية. ويزداد هذا الإحتمال عندما تكون تلك الشغالات قامت سابقاً ببعض المهام داخل الخلية فى بداية شبابها.

تبدأ معظم شغالات النحل خاصة الكبيرة فى السن فى المهام الحقلية عقب متابعة رقصات شغالات أخرى قادمة من عمل حقلى ناجح. مع ملاحظة قيام قليل جداً من الشغالات من تلقاء نفسها فى البحث عن المحاصيل الغنية بالغذاء. ومما يساعد فى خروج الشغالات إلى العمل الحقلى أنه عندما يزداد تعداد الشغالات مع تناقص الرحيق الآتى من الحقل أو يصبح غير كافى لتغطية إحتياجات الشغالات الصغيرة التى تطلب الغذاء من الشغالات الأكبر سناً يندفع عدد أكبر من الشغالات

المتقدمة فى العمر إلى متابعة رقصات شغالات الحقل فتخرج باحثة عن مصادر الغذاء.

٦- مهام شغالات الحقل Duties of foragers

عندما تصبح النحلة شغالة حقل forager فإنها **تجمع الرحيق وحبوب اللقاح أو البروبوليس** propolis **والماء** فى بعض الأحيان. يستخدم البروبوليس فى لصق شقوق جدر الخلية وتقليل الفتحات. وجميع الشغالات التى تجمع البروبوليس تؤدى عمل اللصق به داخل الخلية. لذا من السهل أن ندرك أن هذه الشغالات تتلقى معلومات مباشرة عن إحتياجات المستعمرة من البروبوليس وتقوم بمهام جمعه وإستخدامه تبعاً لذلك.

من المعروف أن الماء لا يخزن فى الخلية ولكن يجمع عند الحاجة لتخفيف تركيز بعض مخازن العسل honey stores أو تبخيره داخل الخلية لخفض درجة الحرارة عند ارتفاعها عن الحد المناسب. وبسبب أن النحل الصغير house-bees هو الذى يستخدم الماء الذى يجلبه النحل الكبير foragers يبدو أن المعلومات الخاصة بالحاجة للماء تنقل من النحل الصغير إلى الكبير بطريقة ما. ويبدو أن نقل الغذاء بين النحل يمكن من أداء هذا العمل. فلقد ذكر أنه عندما تكون هناك حاجة كبيرة لإستخدام الماء داخل المستعمرة ـ فإن شغالات الحقل العائدة إلى خلاياها محملة بالماء أو بالرحيق المخفف تجد زملائها الصغار تواقة إليه وتتلقاه بسرعة. بينما شغالات الحقل المحملة برحيق مركز تجد صعوبة فى وجود نحل يقبل ما تحمله. وبالتالى تنقل المعلومة الخاصة بحاجة المستعمرة للماء وتتشجع الشغالات فى جمع الماء أو الرحيق المخفف ويثبط فى نفس الوقت جمع الرحيق المركز فى الخلايا المحتاجة للماء. وعندما لا تعد هناك حاجة للماء فإن نفس شغالات الحقل المحملة بالماء ستجد صعوبة فى قبول النحل الصغير لما تحمله من ماء ولكن يتلهف النحل الصغير house-bees لقبول أحمال الرحيق الأكثر تركيزاً. وقد وجد أحد الباحثين أنه عندما تكون هناك حاجة قليلة للماء يجمعه عدد قليل من الشغالات وتؤدى الأخيرة ذلك فقط بين رحلات الرحيق وحبوب اللقاح. ولكن عندما تكون

هناك حاجة ماسة للماء فإن شغالات الحقل تقوم بإكتشاف مكانه وأخبار زملائها عن موقعه.

بالرغم من أن بعض الأزهار تنتج حبوب لقاح فقط والبعض الآخر ينتج رحيق وقليل من حبوب اللقاح يمكن لشغالات الحقل أن تجمع كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح من معظم الأنواع. ولا توجد إشارة قوية بتغير إتجاه النحلة لجمع الرحيق أو حبوب اللقاح مع تقدم العمر. وفى الحقيقة تجمع كثير من شغالات الحقل حبوب اللقاح فى بعض الرحلات والرحيق فى رحلات أخرى. وهناك بعض الشغالات التى تجمع رحيق فقط والبعض الآخر يجمع حبوب لقاح فقط. هذا إلى جانب بعض الشغالات الأخرى تجمع حبوب لقاح ورحيق من نفس المحصول فى نفس الوقت. لذا فإن نجل الحقل كأفراد يضبط سلوكه إما كلياً أو جزئياً طبقاً لإحتياجات المستعمرة.

٧- العوامل المسببة لجمع حبوب اللقاح Factors causing pollen collection

لم تجرى دراسات مكثفة عن العوامل المسببة لجمع الرحيق ومن غير المعروف ما إذا كانت كمية الرحيق المجموعة لها علاقة بالكمية المخزنة. كما أن العلاقة ما بين كمية الحضنة الموجودة فى المستعمرة وما تستهلكه من حبوب لقاح وبين مخزونات حبوب اللقاح تحتاج أيضاً إلى مزيد من البحث. ومع ذلك وجد بعض البحاث علاقة موجبة بين تربية الحضنة وجمع حبوب اللقاح فى أوقات السنة المختلفة. كما وجد أحد البحاث علاقة موجبة فى ثلاث مناحل بين عدد البيض الموجود فى المستعمرة وكمية حبوب اللقاح التى تجمعه الشغالات فى أواخر الربيع والصيف وبين جمع حبوب اللقاح وإنتاج العسل فى منحلين من الثلاث مناحل. لذا من المحتمل ما تحدد كمية حبوب اللقاح المجموعة تربية الحضنة على وجه الخصوص فى أوقات معينة من السنة. ففى إسكوتلند تزداد فجأة كمية فائض surplus حبوب اللقاح المخزونة فى عيون الإطارات من ابريل وما بعده وتصل ذروتها إلى نحو ١٠٣٠سم٢ فى يونيو ويوليو وأغسطس . ثم يحدث هبوط سريع من أكتوبر إلى مارس لتصل كمية الحبوب الموجودة إلى نحو ١٣٠سم٢. وليس

واضحاً ما إذا كانت الدورة السنوية لحبوب اللقاح المخزنة تعكس تأثير إيراد income حبوب اللقاح على تربية الحضنة أو تربية الحضنة على إيراد حبوب اللقاح. ولكن بسبب تشابه شكل منحنى التربية الفصلية للحضنة مع منحنى تخزين حبوب اللقاح لذا فإن التفسير الأول من المحتمل أن يكون صحيح.

لقد وضح أن كمية الحضنة فى المستعمرة تؤثر على كمية حبوب اللقاح المجموعة. فعند إزالة الحضنة من المستعمرة سبب ذلك نقص سريع فى سعى الشغالات فى الحقل عموماً وجمع حبوب اللقاح على وجه الخصوص. بينما وضع إطارات حضنة يزيد بسرعة جمع حبوب اللقاح. وتؤثر جميع أطوار الحضنة على جمع حبوب اللقاح ولكن الطور اليرقى ذات تأثير خاص. وبينما الشغالات الجامعة للرحيق nectar-gatherers تنقل عادة أحمالها إلى النحل الصغير house-bees داخل مدخل الخلية نجد أن جامعات حبوب القاح pollen-gatherers تضع أحمالها مباشرة فى العيون الشمعية المعدة للتخزين والمعروف بقربها للحضنة. لقد أشار أحد البحاث إلى أن رائحة الحضنة بمفردها وملامسة نحل الحقل للنحل الذى يرعى الحضنة كان كل منها مسئول جزئياً لحس شغالات الحقل على جمع حبوب اللقاح. ويشكل الإقتراب الفعلى لشغالات الحقل لمنطقة الحضنة العامل الأكثر أهمية وعلى ذلك ـــ من المحتمل أن تتنبه شغالات الحقل طبيعياً لجمع حبوب اللقاح بالتلامس المباشر مع الحضنة. ولكى نقترب أكثر إلى كيفية تلقى شغالة الحقل للمعلومة الخاصة بحاجة المستعمرة لحبوب اللقاح دعنا نقترب للموقع التى تخزن فيه شغالات الحقل حبوب اللقاح. من المعلوم أن العيون الشمعية التى تضع فيها شغالات الحقل أحمالها من حبوب اللقاح عادة ما تكون قريبة من الحضنة وهى عيون أعدت بشكل خاص من قبل الشغالات الصغيرة لإستقبال تلك الأحمال. ومن المحتمل أن النحلة التى ترعى عدد من الحضنة عندما تجد صعوبة فى الحصول على حبوب لقاح لتغذى بها اليرقات التى تربيها فإنها تجهز عيون شمعية لإستقبال حبوب اللقاح. وبهذه الطريقة يزداد عدد العيون التى تعد لتلقى أحمال حبوب مع زيادة طلب الشغالات لها. وعلى هذا ربما تعتمد كمية حبوب اللقاح المجموعة على معدل تكرار

للخلايا الشمعية الفارغة المخصصة لحبوب اللقاح التى تصادفه شـــغالات الحقــل. و من ثم على السرعة التى تمكن نحل الحقل من الخروج والعودة بأحمال لحبـــوب اللقاح. يتوافق هذا الإفتراض مع نتائج بعض البحاث حيث وجد البعض أنه عند إزالـــة حبوب اللقاح من المستعمرة إزداد خروج شغالات الحقل لجمع حبوب اللقاح كما وجـــد البعض أنه عند وضع حبوب لقاح إضافية فى أطباق ضحلة فوق إطارات حضنة نحــل العسل اهتم بها النحل الراعى للحضنة nurse bees وتغذى عليها وإستخدمها فى تغذيــة الحضنة وإنخفض تعداد الشغالات التى تذهب للحقل لجمع حبوب اللقاح.

وجود الملكة فقط ــ بصرف النظر عن الحضنة التى تنتجها ــ ذات تأثير مباشـــر على خروج الشغالات للعمل الحقلى foraging. حيث يتناقص جمـــع حبـوب اللقــاح بسرعة عند إزالة الملكة من المستعمرة. كما توجد تقارير تشير إلى أن خروج شـــغالات الحقل للعمل يقل فى المستعمرات التى تربى ملكات مقارنة مع المســـتعمرات التـــى لا تربى ملكات وربما عدم كفاية فرمون الملكة فى الحالة الأولى هو السبب.وهناك تقـــارير تشير إلى أن غياب الملكة أو فرمونات الملكـــة queen's pheromones يثبــط جمـــع الرحيق. كما أظهرت بعض التجارب إلى أن وجود الملكة يشجع مجموعة صغيرة مـــن الشغالات لتخزين الرحيق ووضع أحمال من حبوب اللقاح فى الإطـــارات. وهنـــا مـــن المثير أن نكتشف ما إذا كان زيادة كمية معينة من الفرمونات التى تنتجــــها الملكـــة أو الحضنة تؤدي إلى زيادة سعى النحل في الحقل وعلى الأخص جمـــع حبــوب اللقـــاح. وبالطبع الكشف عن ذلك سيكون له تطبيقات عملية هامة.

وبدون شك سيلقى البحث العلمى بضوء أكثر على وسائل إتصال أفراد النحـــل ببعضه ومن المحتمل إكتشاف طرق جديدة وهناك أمل فى إستغلال علـــــى الأقـــل بعضاً منها لزيادة كفاءة تلقيح مستعمرة نحل العسل.

٨- سلوك رعى النحل Foraging behaviour of bees

معظم الدراسات التى أجريت فى هذا المجال كانت على نحل العسل والقليل منها على أنواع أخرى من النحل مثل نحل البامبل وعند ذكر كلمة نحل نعنى بذلك نحـــل العسل حيث سنذكر نوع النحل الآخر إذا تطرق الحديث عنه. يزور النحل ونحـــل البامبل الأزهار لجمع الرحيق وحبوب اللقاح وينجذب إلى الأزهار ويتعرف عليـــها

بواسطة اللون والشكل والرائحة.

للنحل القدرة على تميز أربعة أنوع من الألـــوان وهـــى الأصفـــر والأزرق ــ المخضر والأزرق والفوق بنفسجى ultraviolet (نحل العســـل ونحـــل البـــامبل). وعندما يعمل النحل على لون واحد فقط من الأزهار فإنه يتكيف مع اللون ولا يزور أزهار من لون مختلف. ومع ذلك ــ عند تواجد أكثر مـــن لـــون واحـــد لأزهـــار المحصول يستطيع النحل أن ينتقل من لون لآخر وقد يتجـــاهل لـــون ذات مظـــهر مميز. للنحل القدرة على تعلم الشكل العام للأزهار والشكل العام للنباتات ولكن حدته البصرية ضعيفة. ويمكنه الإنتقال بين النباتات الطويلة والقصيرة التابعة لنفس النوع وبين الأزهار فى مراحل مختلفة من التفتح.

للنحل حاسة شم عالية التطور وله القدرة على التدريب ليرتبط سعيه برائحة أو لخليط من الروائح. وتدرك حاسة الشم فى النحل حدوداً أقل كثيراً من التى يســتطيع الإنسان أن يدركها فنحل العسل ونحل البامبل مهيئ لروائـــح زهريـــة لا يســـتطيع الإنسان أن يشمها مثل الروائح المنبعثة من أزهـــار *Echium vulgare, Vaccinium myrtillus, Linaria vulgaris*. وبالرغم من أن الشـــكل العـــام للنبـــات أو الزهـــرة وخاصة لون الزهرة يرشد النحل إلى النبات من بعد، إلا أنه عندما تكـــون النحلـــة قريبة من الزهرة تعمل الرائحة على تنبيه النحل للإهتداء إلى الزهرة. وإذا أضيفـت رائحة غريبة إلى الزهرة فإن النحل الساعى foragers لا يتشجع عادة إلى زيارتها.

بالرغم من أن البتلات هى السمة الأكثر وضوحاً للحشـــرة المحبـــة للأزهـــار entomophilous flower إلا أن الـــ adroeicum نفسها قد تحور لتزيد أو تحل محل البتلات فى جذب الحشرات إما بالرؤيا أو بالرائحة. ويتوافق أقصى إزدهار للبتلات وإفراز الرحيق وإنتاج الرائحة مع إنفتاح المتك وبذا فإن جامعات الرحيـــق تلتقـــط حبوب اللقاح الناضجة على أجسامها. وتذبل البتلات ويتوقف إنتاج الرحيق والرائحة عقب إخصاب الزهرة. وتبقى إفرازات الرحيق فى الأزهار التى لم تلقح بعد لفترة أطول من المعتاد.

أ- الرحيق وجمعه Nectar and its collection

توجد الخلايا أو الغدد المتخصصة فى إنتاج الرحيق nectaries والنسيج المنتج للرحيق nectariferous tissue فى أجزاء كثيرة من الزهرة بما فيها التخت receptacle والبتلات والسبلات وقواعد خيوط الأسدية filaments وعضو التأنيث pistil (gynoecium). يتأثر إفراز الرحيق بنضج الأعضاء الجنسية (المياسم والأسدية) وأيضا بعمر الزهرة. وعادة ما يكون الإفراز أكبر ما يمكن فى اليوم الأول أو الأيام القليلة الأولى من تفتح الزهرة. وإفراز الرحيق فى بعض أنواع الأزهار يكون لفترة محدودة جدا.

درجة الحرارة الضرورية threshold التى عندها يبدأ إفراز الرحيق ودرجة الحرارة الأعلى التى عندها يتوقف الإفراز تختلف أيضا بإختلاف الأنواع النباتية وتساعد فى تحديد الأماكن التى يمكن أن ينمو فيه إقتصاديا أنواع المحاصيل المختلفة. وبخلاف درجة الحرارة ـ إفراز الرحيق يكون أعلى فى اليوم المشمس عن اليوم الملبد بالغيوم مما يعكس حقيقة أن سكريات الرحيق هى منتجات التمثيل الضوئى والتى بالطبع تتأثر بضوء الشمس. وقد تؤثر أيضا رطوبة التربة والضغط المحيط وحجم الرحيق وموقع الغدد المفرزة على الزهرة على الكمية المفرزة من الرحيق.

يحتوى الرحيق أساسا على السكر ولكن تساهم كميات صغيرة من المواد الأخرى على نكهة الرحيق aroma وصفات العسل الذى يعد منه. من هذه المواد أحماض عضوية وزيوت طيارة والسكريات المتعددة polysaccharides وبروتينات وإنزيمات وقلويات والسكريات الثلاث الرئيسية فى الرحيق هى السكروز والفركتوز والجلوكوز والسكريات الأخرى الأقل أهمية الموجودة فى الأنواع المختلفة هى المالتوز والرافينوز والمليبيوز والتريهالوز والمليزيتوز. وعند تحليل رحيق ٦٠ نوع نباتى وجد أنه فى أى نوع نباتى أن نسب السكريات المختلفة تتجه لأن تظل ثابتة وفى دراسة أخرى تم فحص رحيق ٨٢٨ نوع نباتى ووجد أن الرحيق ذات تركيب ثابت. ووجد أن رحيق الأزهار ذات التويج الأنبوبى العميق corolla حيث غدد الرحيق المحمية يتكون أساسا من السكروز وكميات أقل من الجلوكوز

والفركتوز بينما يحتوى رحيق الأزهار الضحلة ومصادر الرحيق nectaries الغير محمية على قليل من السكروز والغالبية جلوكوز وفركتوز.

تتراكب أجزاء فم النحلة معا (شكل ٤) لتكون إنبوب تمتص خلاله الرحيق أو سائل حلو آخر. وفى الجزء الأمامى من البطن تتضخم القناة الهضمية لتكون حوصلة crop أو معدة العسل التى يخزن فيها الرحيق مؤقتا. وأقصى سعة لمعدة نحل العسل لحمل الرحيق هو نحو ٧٠ ملجرام ولكن متوسط حمل الرحيق يتراوح بين ٢٠ إلى ٤٠ ملجرام معتمدا فى ذلك لحد ما على جذب الرحيق والخبرة السابقة للنحلة موضع الاهتمام.

وجد أن نحل العسل يفضل محاليل من سكريات مفردة فى الترتيب التنازلى الآتى: السكروز، الجلوكوز، المالتوز، الفكتوز. ووجد أن خليط من أجزاء متساوية من الجلوكوز والسكروز والفركتوز كان مفضلا عن محلول من أى سكر فردى لنفس التركيز أو إلى خليط من هذه السكريات بنسب مختلفة. والنتيجة الأخيرة غريبة حيث لقليل من الرحيق نسب متساوية من الثلاث سكريات الرئيسية ومعظم الرحيق إما سائد فى السكروز أو سائد فى الفركتوز ـ جلوكوز. ومع ذلك وجد أن نسب السكروز والجلوكوز والفركتوز متشابهة أكثر فى *Meliolotus alba* حيث كونت ٣٦، ٢٧، ٢٤% من الجوامد الكلية مقارنة بـ *Trifolium, Medicago sativa, hybridum, I.pratense* وأن نحل العسل يفضل رحيق النوع النباتى الأول.

عندما يكون تركيز السكر فى الرحيق أسفل مستوى معين (قدر بـ ٢٠%) فإن الطاقة اللازمة لتبخير جزء من المحتوى المائى لإنتاج العسل قد تجعل الرحيق غير إقتصادى. لذا فإن النحل يفضل جمع رحيق ذات الكمية الأكبر فى السكر وبسوعة قدر الإمكان ولهذا السبب فإن أهم العوامل المؤثرة فى الجذب إلى الرحيق هى وفرته وتركيز السكر.

قد يوجد إختلاف كبير فى متوسط تركيز سكر الرحيق فى الأنواع النباتية المختلفة وعلى سبيل المثال فى الـ *Trifolium pratense* ٢٢% و *Citrus sinensis* ٣٠% و *T.repens* ٤١% و *Brassica rapa* ٥١%. وقد تختلف كثيرا الأصناف المختلفة التابعة لنفس النوع فى تركيز الرحيق. ولكن رغم أن الأنواع والأصناف

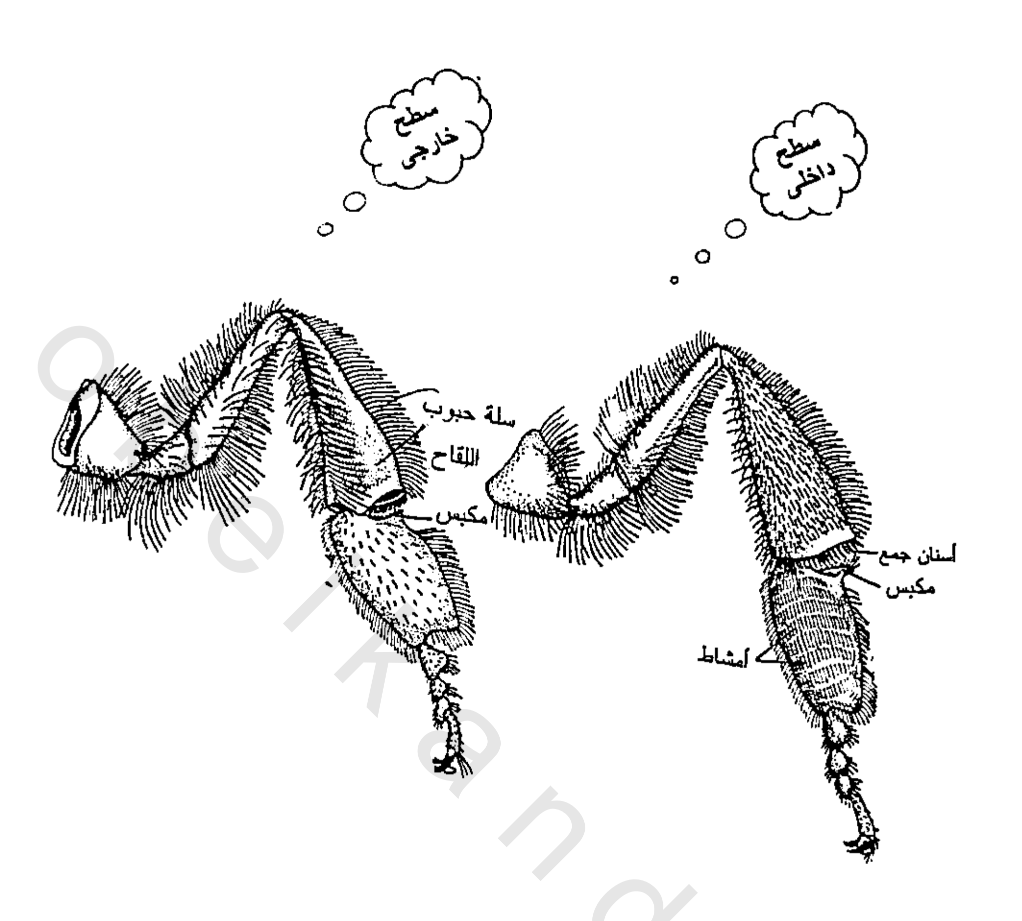
المختلفة قد تحوى رحيق ذات متوسطات مختلفة فى تركيز السكر حتى داخل الزهرة الواحدة وخاصة الأزهار الضحلة المتفتحة إلا أن تركيز السكر يخضع لتذبذبات هامة نتيجة لتعرض الأزهار للرياح والمطر وتغير درجة الحرارة والرطوبة النسبية. لذا فإن جاذبية نوع الزهرة قد تختلف فى أوقات مختلفة من اليوم وفى المراحل المختلفة من التزهير.

وفى الحقيقة رغم أن نوع الزهرة قد يبدى إيقاع إفرازى يومى خاص يلازمه وفرة فى زيارات النحل الجامع للرحيق. مثل هذا الإيقاع قد يتأثر بالتقدم فى عمر الأزهار والكمية الموجودة التى يعاد إمتصاصها وإختلافات التركيز التى تعتمد على الرطوبة النسبية. وذكر منذ زمن أن النحل يتكيف مع وقت الفترة اليومية التى ينتج فيها الرحيق للنوع الخاص الذى يزوره ويقضى بقية اليوم داخل الخلية. وعندما يقترب الوقت الذى يتاح فيه الرحيق يتجمع النحل بالقرب من فتحة الخلية.

قد تزيد أيضاً زيارات النحل والحشرات الأخرى المحبة للأزهار إفراز الرحيق. فلقد لوحظ أن تركيز السكر فى الأزهار التى زارها النحل أقل من الأزهار التى لم يزورها النحل. كما إكتشف أن الإزالة المتكررة للرحيق من الأزهار زودت الكمية الكلية من الرحيق والإفراز السكرى رغم أن تركيز السكر كان أقل. كما لاحظ أحد الباحثين أن الأزهار التى أزيل منها الرحيق ثلاث مرات فى اليوم أنتجت رحيق أكثر من التى أزيل منها مرة واحدة. وهذا أدى إلى الإقتراح بأن أخذ عينة تركيز الرحيق للأزهار سيشير إلى عدد الزيارات التى تمت وإحتمال تلقيحها من عدمه.

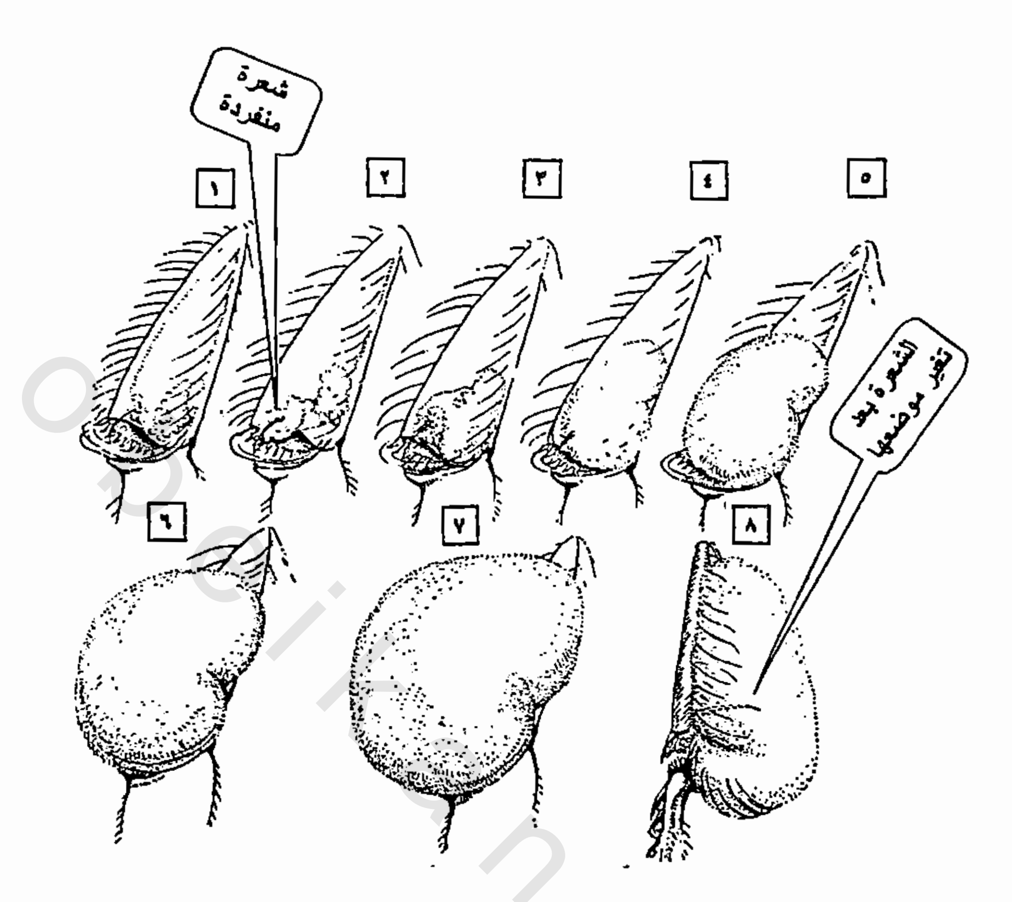
ب- حبوب اللقاح وجمعها Pollen and its collection

يتكون الجزء القابل للهضم فى حبة اللقاح أساساً من البروتين والدهن والكربوهيدرات مع مواد غير عضوية مختلفة. ويأكل حبوب اللقاح حشرات مختلفة خاصة تلك التابعة لرتب غشائية وثنائية وغمدية الأجنحة. كما تشكل حبوب اللقاح



(شكل ١٠) الأرجل الخلفية

أو مشتقاتها جزء هام من غذاء يرقات النحل الإجتماعى والفردى الذى أجسامه مليئة بالشعر hairy bodies ومؤقلمة تماماً لجمع وحمل حبوب اللقاح. ويمتلك نحل العسل ونحل البامبل تحورات خاصة لتعبئة حبوب اللقاح لتسهل حملها ونقلها إلى مستعمراتها فى صورة كريات حبوب لقاح pollen pellets فى سلال حبوب اللقاح pollen baskets أو الـ corbiculae على أرجلها الخلفية (شكل ١٠). ويشار إلى كرتى حبوب اللقاح التى تجمعها النحلة أثناء رحلة سعيها بحمل حبوب اللقاح pollen load (شكل ١١). يختلف هذا الحمل كثيراً فى وزنه وحجمه مع المحاصيل المختلفة ويبلغ متوسط وزنه من ٨ إلى ٢٩ ملجرام رغم أن الوزن بين ١٤ إلى ٢٠ ملجرام يبدو أنه الأكثر إعتياداً.



(شكل ١١): مراحل تكوين حمل حبوب اللقاح. تُدفع الشعرة الفردية المتجهة الى أسفل تدريجياً الى وضع افقي لتعمل كوتد وسط الحمل

وقدر أن عشرة أحمال متوسطة الحجم من حبوب اللقاح ضرورية للإمداد البروتينى الخاص بتربية نحلة عسل واحدة و ٢ مليون حمل من حبوب اللقاح أو ٢٠ كجم حبوب لقاح لتربية حضنة مستعمرة قوية من نحل العسل في العام. وفى تقديرات مماثلة ــ قدر أن المستعمرة تحتاج من ١٨ إلى ٢٣ كجم أو ٢٥ إلى ٣٠ كجم حبوب لقاح فى العام. وذكر وفا عام ١٩٥٦ أن مستعمرة النحل فى مصر تجمع متوسط قدره ١٦ كجم حبوب لقاح فى العام (بمدى ١٣-٣١ كجم) وبمتوسط شهرى يتراوح من ٠,٤ كجم فى أكتوبر إلى ٢,٤ كجم فى أغسطس.

ويفضل النحل حبوب لقاح أنواع نباتية على أخرى. على سبيل المثال حبوب لقاح *Brassica alba, Trifolium pratense* عادة أكثر جذباً من *Medicago sativa*.

كما لوحظ أن حبوب لقاح نوع واحد من الـ *Eucalyptus* كان أقل جذباً من حبوب لقاح الأنواع الأخرى. وهذا يشير إلى أن حبوب اللقاح نفسها يمكن أن تحدد ميل النحل لإختيارها بصرف النظر عن سهولة جمعها. ولا يبدو أن إختيار حبوب اللقاح يتأثر بعمرها أو لونها أو رطوبتها أو محتواها البروتينى. رغم أن لبعض حبوب اللقاح قيمة غذائية وبيولوجية أكبر لنحل العسل على حبوب أخرى حيث ينتج عنها فى الأطوار الكاملة أعمار أطول ونمو أكبر فى غدد تغذية الحضنة brood food glands والمبايض والأجسام الدهنية. ورغم ذلك لا يوجد ما يبرهن بأن النحل يختار حبوب اللقاح تبعاً لقيمتها الغذائية.

يبدو أن هناك إرتباط بين كثافة رائحة حبوب اللقاح وإختيارها ولكن لم يتأكد بعد من ذلك. وإذا كانت كثافة الرائحة هى المسئولة عن جاذبية حبوب اللقاح وإذا أمكن تعريف وتخليق هذه الرائحة فإنها ستكون مهمة جداً ليس فقط لزيادة الجذب للمحصول ولكن أيضاً لإعداد بدائل حبوب اللقاح التى تغذى بها المستعمرات أثناء ندرة الحبوب الطبيعية وجعل تلك البدائل أكثر قبولاً. لقد ذكر أن حبوب اللقاح تحتوى ستيرولات نباتية phytosteroles تجذب النحل. وأوضحت التجارب الأولى أن مستخلص الهكسان أو الايثيل إيثر لحبوب اللقاح كان جاذب للنحل السارح وتنشط الإستجابة السلوكية لتعبئة سلال حبوب اللقاح. وعند إزالة هذه المادة الجاذبة من حبوب اللقاح لم يجمع النحل تلك الحبوب رغم أنها تحتوى على أكثر من ٩٧% من إجمالى المادة الجافة التى تشمل معظم المواد المغذية. وعلى العكس جمع النحل السليلوز الغير مغذى عند إضافة هذه المادة إليه. وفى مقارنة عن الإستهلاك داخل الخلايا لغذاء صناعى أساسى الذى أض ، إليه مستخلصات مختلفة لحبوب اللقاح وجد أن إضافة مستخلص الإسيتون المحتوى على الدهون الذائبة زاد من كمية الغذاء المستهلك. لقد عزل أكثر من باحث حمض الـ trienoic المكون من سلسلة كربونية مستقيمة من ١٨ ذرة كربون من حبوب لقاح جمعها النحل ووجد أنه جاذب جداً للنحل. لذا فإن الطبق الذى إحتوى دقيق من السليلوز أضيف إليه هذا الحمض زاره النحل بمعدل ١٥ مرة أكثر من الطبق الذى إحتوى على سليلوز فقط.

لقد إكتشف Parker عام ١٩٢٦ أن النحل يجمع حبوب اللقاح من نباتات مختلفة في أوقات مختلفة من النهار. وأشار باحثاً آخر إلى أنه قبل أن تتاح حبوب اللقاح للنحل فإنه من المهم أن ينفلق المتك وتتفتح الزهرة وفترة هذه العملية هامة لنشاط النحل. تنفلق (تتفتح) متك بعض الأنواع وهي في البرعم الزهري مثل *Trifolium pratense* و *T.repens* و *Vicia faba* بينما متك أنواع أخرى تتفتح بعد تفتح الأزهار كما في *Cucurbita pepo* و *Ribes nigrum* وقد يحدث تفتح المتك والأزهار في وقت واحد تقريباً كما في *Brassica alba*. وبينما تكون حبوب لقاح معظم الأنواع متاحة خلال الجزء الأكبر من اليوم إلا أن ذروة تواجد حبوب اللقاح تختلف كثيراً وتميل لأن تشكل صفة للنوع موضوع الإهتمام وثبت وجود إرتباط بين وقت اليوم الذي تكون فيه حبوب اللقاح أكثر وفرة وجمع تلك الحبوب بواسطة نحل العسل.

عندما ينفلق المتك في البرعم الزهري سيحدد وقت أول تفتح للأزهار الوقت الذي ستكون فيه حبوب اللقاح متاحة في الحقل. تتفتح بعض الأزهار لمدة يوم واحد ويتفتح أنواع أخرى من الأزهار لعدد من الأيام المتتابعة وتقفل في المساء. وقد يختلف وقت التفتح مع عمر الزهرة. على سبيل المثال ـ تبدأ أزهار *Vicia faba* التفتح في أول يوم في نحو الساعة ٢ بعد الظهر والساعة ١١ صباحاً في ثاني يوم و ٨ صباحاً في اليوم الثالث. وتبعاً لذلك تتاح معظم حبوب اللقاح في أزهار *Vicia faba* بعد الظهر في التفتح الأول. وغالبية أنواع أخرى من الأزهار التي ينفلق متكها في البراعم تتفتح في الصباح. ومع ذلك هناك أنواع أخرى من الأزهار تتفتح أزهارها بإستمرار طوال النهار وبذا يصبح هناك إمداداً مستمراً من حبوب اللقاح. وعندما لا يكون وقت التفتح الزهري هو العامل المحدد نجد أن وقت إنفلاق المتك ينظم جمع حبوب اللقاح. يحدث التفتح الزهري لـ *Ranunculus acris* مبكراً جداً في بداية اليوم ومتأخراً جداً في آخر النهار وانشقاق المتك وتكشف حبوب اللقاح يصل أقصاه ما بين التاسعة والعاشرة صباحاً فيهيمن على جمع حبوب اللقاح في هذا الوقت. في بعض الأحيان تنغلق جميع متك الزهرة معاً في وقت واحد كما في

Cucurbita pepo, Brassica oleracea و Ribes nigrum. وقد يتم إنفلاق المتك وتكشف حبوب اللقاح فى أنواع أخرى خلال بعض من الأيام مثل Prunus cerasus فى ١-٢ يوم و Fragaria x ananassa فى ١-٣ أيام و Rubus fruticosus فى ١-٤ ايام و prunus persica فى ١-٥ أيام و Pyrus communis فى ٢-٧ أيام و Rubus idaeus فى ٢-٩ أيام و Helianthus annuus فى ٦-١٣ يوم. كما تختلف كثيرا كمية حبوب اللقاح التى تنتجها الزهرة الواحدة بإختلاف الأنواع ولا يوجد إتصال واضح بين كمية الحبوب فى الزهرة الواحدة وميل النحل فى جمع ما بها من حبوب.

بالرغم من أن التكرر المنتظم regular rhythm لتواجد حبوب اللقاح والذى يمثل صفة للنوع والمحتمل أن يكون أقل اختلافا من التكرر المنتظم لتواجد الرحيق إلا أنه يخضع للتذبذبات المرتبطة بتغير الظروف المناخية. ولا تؤثر العوامل المناخية فقط وبشكل مباشر على طيران النحل ولكن أيضا بطريق غير مباشر خلال إنتاج حبوب اللقاح والرحيق فى الأزهار. ويبدو أن درجات الحرارة ذات أهمية خاصة كعامل محدد لكلا من طيران النحل وتوافر حبوب اللقاح.

عموما ـ فى أوروبا الغربية توجد زيادة فى جمع حبوب اللقاح مع زيادة درجة الحرارة من ١٠ إلى ٣٠ °م نتيجة للزيادة المطردة فى عدد الخيوط التى تحمل متك ناضجة وتوفر حبوب اللقاح. وبالمثل الكثافة الضوئية والمطر والرطوبة النسبية هامة أيضا ومع ذلك يصعب فى الحقل تقييم أحد هذه العوامل مستقلا عن العوامل الأخرى. فيشتد أكثر جمع حبوب اللقاح عندما يعقب الطقس الغير مناسب للسعى يوم مناسب عنه إذا كانت الظروف الجوية مناسبة لفترة طويلة. ويحتمل أن يكون ذلك جزئيا عندما يستجيب النحل لتحسن الظروف وجزئيا عندما يكون هناك حاجة كبيرة لمستعمرة النحل لحبوب اللقاح.

يتعمد أحيانا النحل الجامع لحبوب اللقاح خدش المتك ولكن يتعفر النحل البعض الآخر مصادفة بحبوب اللقاح عند وجوده أثناء جمع الرحيق. وبالرغم من أن كثير من النحل يمشط حبوب اللقاح التى على جسمه التى جمعها بالصدفة ويعبئها فى سلال حبوب اللقاح نجد أن هناك أنواع من النحل لا تظهر أى محاولة لتعبئتها فى

سلال حبوب اللقاح ولكن تكشطها من أجسامها وتهملها. سجل هذا السلوك عند زيارة النحل لـ *Helianthus annuus* و *Brassica napus* و *Rubus idaeus* وهي أنواع نباتية تنتج حبوب اللقاح بغزارة ورفض النحل لحبوب اللقاح سهل الملاحظة ويصبح هذا السلوك أقل وضوحاً على أزهار الأنواع الأقل وفرة في حبوب اللقاح. بالتأكيد ـ على نفس المحصول وفي نفس الوقت يجمع بعض النحل الجامع للرحيق nectar-gatheres أحمالاً من حبوب اللقاح بينما لا يؤدى البعض الآخر ذلك. ومن المحتمل أن جامعات الرحيق هذه التي تحتفظ بحبوب اللقاح وتعبئها في سلال حبوب اللقاح الخاصة بها تتلقى تنبيه أكبر لجمع حبوب اللقاح أثناء سعيها عن تلك التي تجمع حبوب اللقاح فقط. ولكن ليس بقدر التنبيه الذي يتلقاه النحل الذي يجمع حبوب لقاح عن عمد. ويلاحظ أن بعض جامعات الرحيق ذات الأحمال الكبيرة من حبوب اللقاح قد تتخلص من حبوب اللقاح العالقة بأجسامها وربما يرجع ذلك إلى إمتلاء سلالها عن آخرها بحبوب اللقاح بينما لم تمتلئ معدة العسل بعد بالرحيق. في هذا النحل ـ يختلف كثيراً حجم الرحيق وإجمالي حبوب اللقاح. حيث سجل مبسط قدره ١٠-٤٠ ملجرام رحيق و ٧-٢٠ ملجرام حبوب لقاح. وهناك ما يشير إلى أن النحل الذي يجمع كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح معاً لا يجمع كمية أى نمط مثل قدر النحل الذي يجمع فقط حبوب لقاح أو رحيق فقط.

بصرف النظر عن ما إذا كان النحل الساعي يتخلص من حبوب اللقاح أو يعبئها في سلال حبوب اللقاح عادة ما تكون أجسام النحل مغطاة بحبوب لقاح كثيرة. وفي العادة ما يتواجد على صدر النحلة ضعف ما يتواجد على البطن وتميل أجسام النحل الجامع لحبوب اللقاح لأن تحمل أكثر من حبوب اللقاح عن أجسام النحل الجامع للرحيق. وهذه إجابة للتساؤل الذي يشير لماذا يرتفع معدل تلقيح الأزهار مع جامعات حبوب اللقاح. ووجد أيضاً أن كمية حبوب اللقاح التي توجد على أجسام النحل تختلف تبعاً للنوع والصنف الذي يعمل عليه النحل. لذا عند إستبعاد حبوب اللقاح الموجودة في السلال كانت كمية الحبوب الموجودة على أجسام النحل بلغت متوسط قدره ٤٧ ألف حبة على جسم النحلة التي تعمل على *Fagopyrum emarginatum* وإلى

٤.٢ مليون حبة للنحل الذى يزور *Prunus idaeus* والنحل الذى يزور صنف من *Ribes grossularia* و *Fragaria x ananassa* أو *Rubus idaeus* تحوى أجسامه ضعف حبوب اللقاح مقارنة مع النحل الدى يزور أصناف أخرى من نفس النوع. ووصح أن جزء من هذا الإختلاف يرجع إلى العلاقة السالبة بين حجم حبوب اللقاح والعدد الذى يلتصق بأجسام النحل. وبدون شك ـ يرجع معظم هذه الإختلافات إلى كمية حبوب اللقاح التى تنتجها أزهار الأنواع المختلفة. وفى الحقيقة تنتج أزهار بعض الأنواع مثل *Ribes nigrum* حبوب لقاح قليلة جدا بدرجة يندر أن يجمع النحل منها أحمال لحبوب اللقاح.

جـ- نقل معلومات المصادر الزهرية بواسطة نحل العسل

Communication of floral sources by honeybees

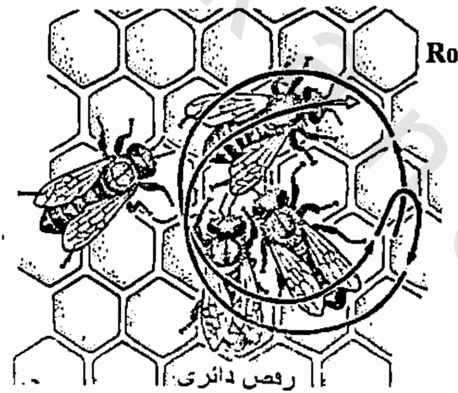
قدرة نحلة العسل السارحة forager الناجحة أى التى إهتدت إلى مصدر جيد للرعى فى نقل المعلومات إلى باقى الأفراد الأخرى من المستعمرة تساهم بدون شك فى كفاءة نحل العسل فى إستغلال النباتات المحيطة أى أن لشغالات النحل مهارات خاصة مؤثرة فى نقل المعلومات عن الحقل القريب. وبدأ التعرف على قدرة النحل فى نقل المعلومات عن أماكن الرحيق وحبوب اللقاح وغيرها forage sites إلى زملائها عندما ذودت شغالات معلمة بمصدر غذائى ثم سمح لها بالعودة إلى خليتها مع منعها من ترك الخلية مرة أخرى

وأشار الظهور السريع لشغالات أخرى عند المصدر الغذائى المعد للنحل إلى أن المعلومات الخاصة بهذا المصدر قد نقلت داخل الخلية.

(شكل ١٢) نحلة حقل ترجع ما فى معدتها من رحيق وتتبادله مع زميلاتها فى الخلية لتتذوقه فيسهل التعرف عليه

وأظهرت الملاحظات الأخرى بإستخدام خلية عرض بوجه زجاجى إلى أن النحل السارح العائد عادة ما يؤدى رقصة عند وصوله للخلية. وتتابع النحلة الراقصة dancer شغالات أخرى حيث تتلامس قرون إستشعارها وتتذوق الغذاء (شكل ١٢) التى ترجعه. وقد أظهر التداول التجريبى experimental manipulation للمصادر الغذائية أهمية الرقص الذى أصبح حقيقة الآن وليس الإعتماد فى تبادل المعلومات عن طريق الرائحة فقط olfactory communication. حيث تسمح الإختلافات داخل للرقصات المختلفة بتنبيه الشغالات وإستدعاء شغالات جديدة لتعريفهم ببعد أو قرب المصادر الغذائية بالنسبة لموقع الخلية. وأصبح مفهوم جيداً الآن الغرض والرسائل المعلوماتية المتصلة بثلاث رقصات وهى الرقص الدائرى round-dance والرقص الإهتزازى waggle-dance وتردد البطن لأعلى وأسفل (DVAV) أى الرقصة الترددية dorsoventral abdominal vibrating dance.

جـ.١. الرقصة الدائرية Round-dance



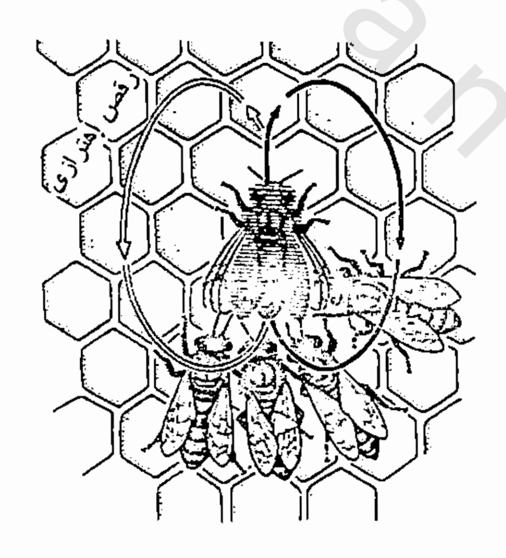
(شكل ١٣) الرقصة الدائرية وهى خاصة بنقل معلومات عن المصادر الغذائية القريبة إلى ثلاث شغالات أخرى يتبعونها.

يتم نقل المعلومات الخاصة بالغذاء القريب خلال رقصة دائرية بسيطة. حيث تتبادل الشغالة القادمة من الحقل فوراً الرحيق مع شغالات الخلية وتؤدى رقصة دائرية. حيث تقوم بعمل مجموعة من الدوائر المحكمة على الإطارات متبادلة الإتجاهات مرة مع عقرب الساعة clockwise ثم أخرى ضد عقرب الساعة anti-clockwise بعد كل دائرة أو دائرتين (شكل ١٣). وتحاول بعض الشغالات القريبة منها متابعة ما تؤديه من حركات وهنا تبدأ النحلة الراقصة فى إرجاع قطرة رحيق من معدة العسل الخاصة بها وتقدمها للشغالة أو الشغالات التى تتابعها (شكل ١٢). وتستمر هذه الرقصة لثوان أو دقائق قليلة

تنقل الراقصة خلالها معلومات عن نوعية مصدر الرحيق أو حبوب اللقاح عن طريق شدة الرقصة التى تقوم بها. فتغادر الشغالات الخلية لتبحث عن الغذاء القريب من المستعمرة الذى يحمل نفس الرائحة. ونتيجة لنقل هذه المعلومات وإنضمام شغالات جدد يزداد سريعاً عدد النحل الذى يزور المصدر الغنى بالغذاء فيزداد بالتالى عدد النحل الراقص داخل الخلية ويزداد بالتالى النحل الجامع للغذاء وتدفق الرحيق وحبوب اللقاح. وبالرغم من عدم نقل معلومات توجيهية فإن ٩٨% من ١٧٤ شغالة تابعت الرقصة الدائرية كانت قادرة على الوصول إلى المصدر الغذائى الجديد خلال خمس دقائق وربما بواسطة الطيران فى دوائر متزايدة إلى أن تهتدى إلى الغذاء القريب.

جـ.٢. الرقصة الإهتزازية Wagging-dance

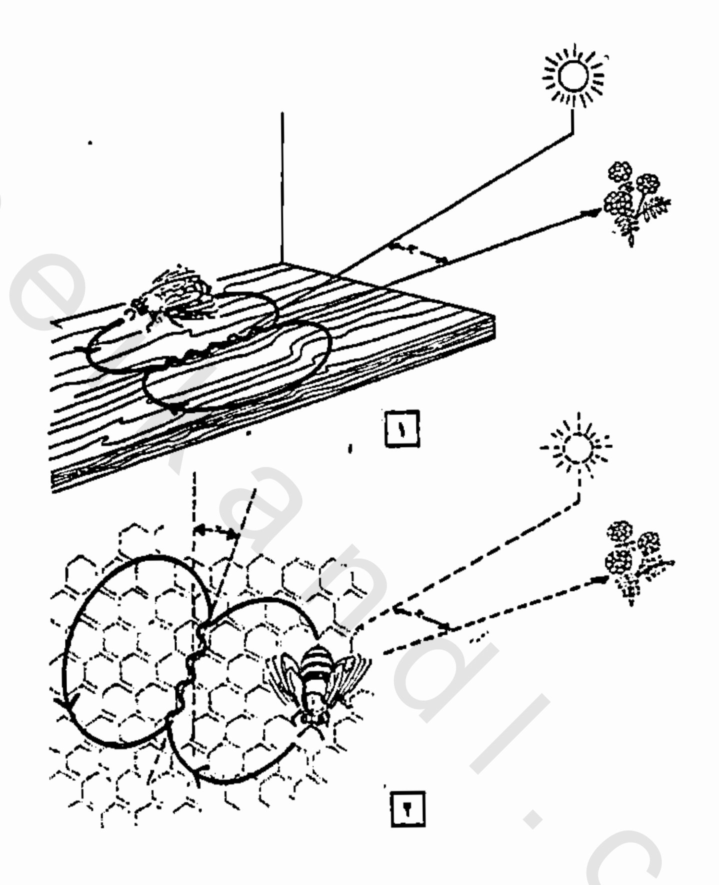
تنقل المعلومات الخاصة بالمصادر الغذائية الأكثر بعداً بالرقص الإهتزازى (شكل ١٤) الذى يشتمل على دوره بشكل 8. فعندما تهتدى شغالة الحقل بنجاح successful forager إلى مصدر غذائى بعيد تؤدى رقصة على الإطار الشمعى حيث تتحرك لمسافة فى خط مستقيم ثم تتجه إلى الخلف صانعة نصف دائرة إلى أن



(شكل ١٤) الرقصة الاهتزازية خاصة بنقل المعلومات من المصادر الغذائية البعيدة إلى أربعة شغالات أخرى.

Apis

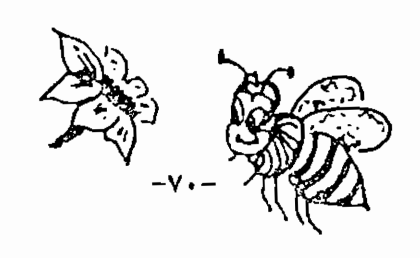


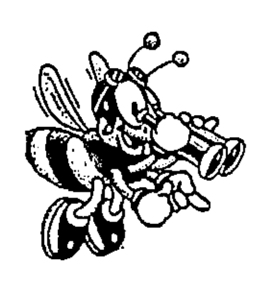


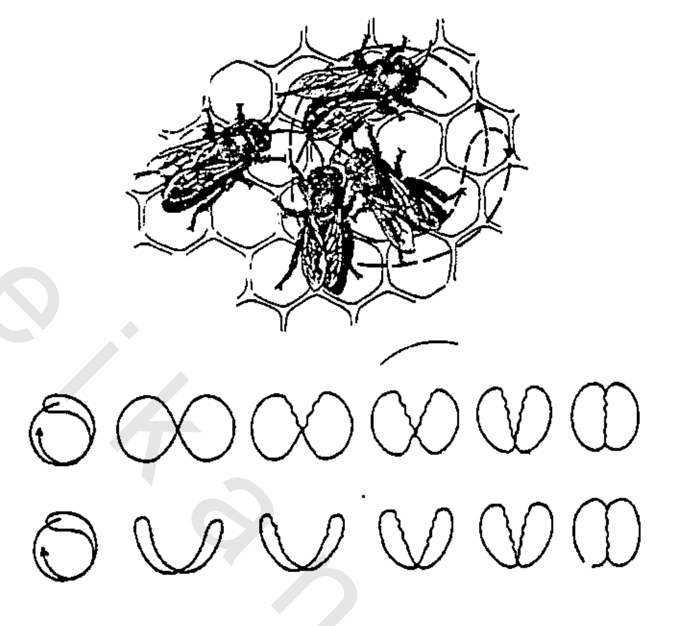
(شكل ١٥): الرقص الاهتزازى للنحل. عند سير النحلة فى الخط المستقيم تهز جسمها جانبياً مع تحريك البطن بسدة وتحريك الرأس قليلاً. وفى نهاية العدو المستقيم تدور للخلف إلى النقطة التى بدأت السير فيها وتؤدى ذلك يميناً ويساراً. وزملاء الشغالة التى تتابع الرقص تكتسب معلومات عن مكان الغذاء من العدو المستقيم. فى هذا الشكل يشير العدو المستقيم إلى وجود الغذاء عند ٢٠° على يمين الشمس عند مغادرة النحل للخلية. (١) إذا كانت النحلة تؤدى الرقصة خارج الخلية يشير الخط المستقيم للرقصة مباشرة إلى اتجاه المصدر الغذائى. (٢)وإذا كانت النحلة تؤدى الرقصة داخل الخلية توجه النحلة نفسها تجاه الجاذبية والنقطة التى تعلو الرأس تشير إلى الشمس. والزاوية × (= ٢٠°) هى نفسها فى كلا الرقصات).

تصل إلى بداية الخط وتتحرك تجاه قمة هذا الخط وتعمل نصف دائرة أخرى في الاتجاه المعاكس وتكرر هذا المشهد لعدة دقائق. وأثناء الرقصة تتبع النحلة الراقصة شغالات أخرى بالإضافة إلى المشاركة في الغذاء كما في الرقص الدائرى. ويتميز الجزء المستقيم في الرقصة بهز سريع لبطن الراقصة. وتشير فترة السير المستقيم straight run والعوامل الأخرى المرتبطة به إلى بعد المصدر الغذائى عن الخلية وتتطلب المسافة الأبعد وقت أطول في أداء متكرر للعدو المستقيم. وينقل العدو المستقيم أيضا معلومات عن إتجاه المصدر الغذائى. حيث يعمل خط السير المستقيم مع العمود الرأسى زاوية هى نفسها الزاوية بين مكان الغذاء والخلية والشمس (شكل ١٥). وعلى ذلك للنحل القدرة على تحويل معلومات زاوية الرقص على الإطار إلى تطبيق حقلى لمكان الغذاء بالنسبة للخلية والشمس. وتشمل المعلومات التى تحملها الرقصة الإهتزازية أيضا طول الجزء المستقيم (يقاس بعدد العيون السداسية التى تقطعها الشغالة الراقصة على الإطار) ودرجة وسرعة الرقصة dance tempo (عدد الرقصات في وحدة الزمن) وفترة هز نهاية الجسم duration of waggling والطنين الذى تصدره الراقصة buzzing أثناء سيرها في الخط المستقيم. ومن المهم أن نعى أن المعلومات التى تنقلها الراقصة (الرسالة) إلى زملائها من الشغالات تشير إلى الطاقة المطلوبة للوصول إلى المصدر الغذائى (وليست المسافة المطلقة) ونوعية المرعى وأخيرا الإتجاه بالنسبة لموقع الشمس.

عموما ـ تؤدى شغالة الحقل الرقصة الدائرية عندما يكون المصدر الغذائى في مدى ٢٥متر من الخلية ورقصة الذيل الإهتزازية tail-wagging dance عندما يكون المصدر الغذائى على بعد ١٠٠متر أو أكثر. وبين هذه المسافات تؤدى الشغالة رقصات إنتقالية بين الرقصة الدائرية والرقصة الإهتزازية. ويعتمد شكل الرقصة الانتقالية transitional dance (شكل ١٦) على سلالة نحل العسل موضع الإهتمام.







(شكل١٦) الرقصات الانتقالية: تؤدى الشغالة الرقصة الدائرية (إلى أعلى وإلى اليمين) عندما تكون الأزهار المرغوبة بالقرب من الخلية وعند التعبير عند بعد الأزهار تتحول الرقصة الدائرية تدريجياً إلى رقصة إهتزازية بإضافة عدو مستقيم فى وسط الرقصة كما هو واضح فى الصف الأعلى. وتشاهد الرقصة الوسطية فى الصف السفلى والذى يطلق عليها بالرقصة المنجلية.

ولإعطاء فكرة عن كفاءة نقل المعلومات بواسطة هذه الرقصات لاحظ أحد البحاث أن ٤٩ نحلة من ٥٠ نحلة التى حضرت إحدى الرقصات عادت جامعة أحمال من حبوب لقاح مماثلة للون ونوع حبوب اللقاح للنحلة الراقصة. وسجل أيضاً أن الـ ٥٠ نحلة التى تابعت النحل الراقصة عندما خرجت وعادت ثانية أدى ٤٦ منها نفس رقصة الشغالة التى شاهدت رقصتها قبل الخروج رغم أن نحلتان جمعت حبوب لقاح من نوع مغاير من الأزهار "wrong" flower species وأربعة نحلات

أدت رقصات مختلفة إشارة لوجود مصدر آخر غنى بالغذاء. ويبدو أن نظام نقـــل المعلومات نظام فعال جداً فى إعطاء وإستقبال المعلومات الخاصة بالحقل المجـــاور للخلية. وفى الظروف الطبيعية ـــ من المحتمل قليل من النحل الذى تلقى المعلومات يصل إلى المكان الدقيق الذى أشارت إليه الرقصة والغالبية بالقرب منه حيث ليـــس بالضرورة أو المرغوب فيه أن يصل النحل إلى نفس المكان الدقيق. فإذا كان هنـاك معلومات تنقل عن مصدر غذائى فمن المحتمل أن يتكون هذا المصدر مــــن عـــدة نباتات ذات توزيع متفرق لحدٍ ما وإذا كان نقاط وصول الشغالات الجــــدد recuits متفرق أيضاً فإن المحصول سيستغل بكفاءة أكثر.

جـــ.٣. الرقصة الترددية Vibration dance

تختلف وظيفة الرقصة الترددية (DVAV) عن الرقصــــة الدائريـــة والرقصـــة الإهتزازية فى **تنظيم أنماط العمل الحقلى اليومى والفصلى** foraging patterns فيمـــا يتعلق بتذبذب الإمداد الغذائى. حيث تهز الشغالات الراقصة أجسامها خاصة بطونها لأعلى ولأسفل أثناء ملامستها لنحل آخر فتبلغه بالمعلومات التى تحملها. وتبلغ ذروة الرقص الترددى فى أوقات اليوم أو الفصل عندما تحتاج الشــــغالات الراقصـــة أن تستهل الشغالات الأخرى يومها بزيادة الرعى كما تعمـــل هـــذه الرقصــــات علـــى إستدعاء وتنبيه شغالات جدد إلى منطقة الرقص الـــترددى waggle dance area. ويبدو أن أداء الرقص الترددى مع ملامسة الملكة يدفع الملكة إلى تقليل قدرة الملكة التثبيطية inhibitory capacity وتنبهها إلى شروع المستعمرة فى **تربية ملكات أخرى** queen-rearing ويستمر هذا الرقص إلى أن تظهر هذه الملكات الجديدة. والتوقـــف عن هذا النوع من الرقص الترددى قد ينتج عنه مغادرة الملكة مع طرد من النحـــل أو خروج الملكات الجديدة إلى طيران الزفاف.

عند التطريد ـــ تختلف المعلومات المبلغة الخاصة بالموقع المناسب الجديد لحـــدٍ ما عن المعلومات المبلغة عن المصادر الغذائية. فالشغالة الإستكشافية scout تـــؤدى الرقصة دون أى رحيق أو حبوب لقاح تحملها وتستغرق الرقصة ١٥–٣٠ دقيقـــة على خلاف رقصة النحلة السارحة forager's dance التى تستغرق من ١–٢ دقيقة.

فى البداية ــ تعود عدة شغالات إستكشافية كل منها تحمل معلومات عن مواقع جديدة مختلفة مقترحة كمساكن للمستقبل الجديد وترقص جميع هذه الشغالات مع إختلاف فى فترة وزاوية ودرجة الرقص التى تشير إلى إتجاهات ونوعية مساكن المستقبل كما فى الرقص الإهتزازى. وهنا تخرج نحلات إستكشافية أكثر لتفحص هذه الأماكن رافضة بعضا منها. وبالتدريج يحدث إتفاقا فى "الرأى" عندما تنتهى جميع الرقصات إلى رقصة واحدة تشير إلى الموقع الجديد.

عندما تتجه شغالات النحل إلى مصدر غنى من غذاء صناعى مثل طبق به محلول سكرى فإنها تعرض أحيانا غدة الرائحة المسماة ناسانوف Nasanov التى تقع فى الثنية بين ترجات الحلقة البطنية الخامسة والسادسة (شكل ٩) وهى بذلك توزع رائحة ذات قدرة هامة على جذب شغالات جدد باحثة عن الغذاء بالقرب من موقع الغذاء الصناعى. وقد شوهد نحل يعرض غدد ناسانوف وهو يجمع غذائه من أزهار الصوب الزجاجية وربما يفعل النحل ذلك عند تواجد كميات غير عادية من الرحيق ولكن لم يسجل ذلك على الأزهار فى الحقل المفتوح. وقد يرجع جزء من سبب تعريض النحل لغدد كازانوف عند طبق الشراب السكرى إلى غياب رائحة مميزة للشراب حيث يقل هذا السلوك إذا أضيفت رائحة زهرية لهذا المصدر الغذائى الصناعى. ويظهر النحل غدد الرائحة scent glands أيضا عندما يجمع الماء من طبق نظيف. وربما نقل المعلومات الخاصة بالمصادر المائية يحتاج إلى دقة أو معلومات أكثر مقارنة بنقل المعلومات الخاصة بأزهار المحصول لذا فإن إطلاق رائحة غدة كاسانوف مع المعلومات الخاصة بالرقص إلى الإهتداء بدقة للمصدر المائى وقد تشكل وظيفة أساسية أثناء الرعى تحت الظروف الطبيعية.

من انمحتمل وجود علاقة بين ميل النحل للرقص تعريضها لغده الرائحة. فقد يؤدى النحل عدة زيارات إلى المصدر الغذائى قبل أن يرقص عند العودة إلى مستعمرته كما قد لا يظهر غدد الرائحة إلا بعد عدة رحلات. وقد يكون لمثل هذا التأخير فى إظهار غدد الرائحة ميزة بيولوجية بعدم إرشاد نحل آخر لمصدر غذائى عابر.

النحل المجند للخروج للمصدر الغذائى قد يكون إما نحل ليس له خبرة سابقة بالمصدر أو نحل زار المصدر الغذائى من قبل ولكنه بقى منتظر فى الخلية إلى أن تأتى المعلومات بأن المصدر لم ينضب بعد ومازال متاح للجمع منه. وقد يدفع نحل القسم الأخير أيضاً للمصدر الغذائى بالملامسة مع نحله غير راقصة non-dancing bee عائدة حالاً من المصدر الغذائى. بقى الآن تحديد ما إذا كان نمط تجنيد شغالات جدد يتم بواسطة إثارة تتلقاها من الشغالة القادمة من الحقل أو رائحة الغذاء الذى على جسمها .أو تلامس قرون الإستشعار بين شغالة حقل ذات خبرة وأخرى أو ما إذا كانت جميع تلك العوامل تؤدى أدواراً مجتمعة.

رابعاً: إدارة مستعمرات نحل العسل للتلقيح

Management of honeybee colonies for pollination

من المهم إدارة مستعمرات نحل العسل للتلقيح وبكفاءة قدر الإمكان وتوجد دراسات كثيرة عن كيفية إدارة هذه المستعمرات. وهنا يجب أن نؤكد بأن هناك إمكانية لإستخدام مستعمرات نحل العسل بصورة أكثر إقتصادياً وبتأثير أكثر مما كان فى الماضى.

١- قوة سعى المستعمرات المختلفة الأحجام

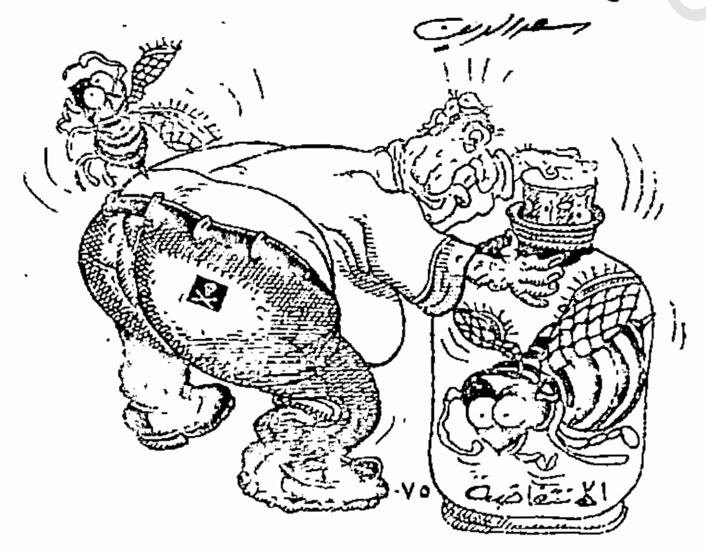
Foraging strength of different size colonies

تهدف كثير من عمليات النحالة إلى الوصول لمستعمرات النحل لأقصى حجمها فى وقت معين مع أزهار المحاصيل الرئيسية المنتجة للرحيق. ولكن من الناحية الإقتصادية بل من المهم جداً إعداد مست رات عند أقصى قوتها وقت التزهير لتلقيح المحصول. فى المناطق ذات الطقس المعتدل temperate climates. يقل كثيراً أو يتوقف تربية الحضنة فى الشتاء وتزداد الحضنة وتصل إلى ذروتها فى منتصف الصيف. وتربى المستعمرات الصغيرة نسبياً حضنة أكثر لكل نحلة brood per bee فى الربيع وتستمر فى تربية الحضنة إلى قرب نهاية الخريف مقارنة بالمستعمرات الكبيرة. وقد يصل معدل وضع الملكة للبيض إلى أقصاه ١٥٠٠ بيضة فى اليوم فى الصيف. ولكن يختلف هذا المعدل مع ا ... "مختلفة ولذا فان المستعمرات الكاملة

النمو تصبح ذات أحجام مختلفة. ويفترض أن العسل الذى تخزنه المستعمرة يتناسب مع حجمها.

أثناء نمو المستعمرة يوجد تفاوت فى أعداد الشغالات التى تخــــرج للحقــل لا يتناسب مع حجم المستعمرة. ولكن عندما يصل وضع البيض إلى أقصاه تقل نســبة الحضنة إلى النحلة brood/bee وبذا يكون هناك نسبة أكبر من النحل متاح للعمـــل الحقلى. لذا تخزن المستعمرات المكتملة الحجم نسبيا عسل أكثر بالنسبة لأحجامـــها عن المستعمرات النامية. وعلى الرغم من أن المستعمرات الكبيرة لديها عشيرة أكبر من شغالات الحقل فى جميع الأوقات وتفضل للعمل الحقلـــى إلا أن المســتعمرات الصغيرة أكثر فائدة لأن التدهور فى ظروف الرعى المشجعة لخـــروج الشــغالات يكون نسبيا أكبر فى المستعمرات الكبيرة عن الصغيرة. فالفرمونات الملكيـــة التـــى تشجع خروج النحل للرعى تكون أكثر تركيزا بين أفراد نحل المستعمرة الصغـــيرة عن المستعمرة الكبيرة وهذا مع النسبة الأكبر للحضنة لكل نحلـــة brood/bee ratio ينبه نسبة اكبر من النحل فى المستعمرات الصغيرة للخروج للعمل الحقلى.

من المهم عند إعداد المستعمرة للتلقيح أن تفى بمتطلبات الحجم المناسب الأقل. وهذا سيختلف مع وقت السنة. وسيكون عموما أقل عند تزهير أشجار الفاكهة عـــن فيما بعد. ويقدر عادة الحجم بعدد الإطارات الممتلئة بالنحل أو بالحضنة أو نـــادرا بعدد البوصات المربعة للحضنة. وهناك توصية بأن مساحة الحضنة تشكل وســيلة فعالة لتقدير قيمتها للتلقيح.



٢- القوة المطلوبة للمستعمرات Concentration of colonies needed:

من غير المناسب إعطاء توصية عامة بعدد المستعمرات المطلوبة لكل هكتار من المحصول حيث أن ذلك سيعتمد كثيراً على الظروف المحلية المشتملة على عدد نحل العسل وعشائر الملقحات الأخرى الموجودة بالفعل وحجم المحصول ووجود محاصيل منافسة competing crops لنفس النوع النباتى أو لأنواع مختلفة.

أحد الطرق الذى يحدد بها المزارع عدد المستعمرات المطلوبة تتم عن طريق زيادة عدد المستعمرات بإطراد إلى أن يؤدى ذلك إلى قليل أو لا يوجد إختلاف فى عدد الشغالات الحقلية على المحصول. على سبيل المثال عمل على زيادة عدد المستعمرات فى حقل *Medicago sativa* على مراحل إلى أن وصلت إلى ٧,٥ مستعمرة للهكتار. ومع ذلك عدد النحل فى المتر المربع فى المحصول المستهدف لم يكن أكبر عند زيادة العدد من ٥ مستعمرات إلى ٧,٥ مستعمرة للهكتار بالرغم من زيادة تعداد النحل فى الحقول المجاورة مما يشير إلى أن ٥ مستعمرات كانت كافية.

أجريت محاولات للتغلب على المنافسة بين محاصيل مجاورة أكثر جذباً عن المحصول المستهدف بتشبيع محصول المنطقة بالنحل بزيادة عدد المستعمرات. وبالرغم من أن ذلك أعطى أحياناً نتائج جيدة إلا أن زيادة محصول البذرة أو الفاكهة الناتج يجب أن يغطى تكلفة المستعمرات الزائدة. بالإضافة إلى ذلك ليس بالضرورة تحقيق ١٠٠% تلقيح بسبب وجود عادة حدود لعدد الثمار أو البذور التى يمكن أن يدعمها النبات لذا فإن الحصول على ميزة للتلقيح الإضافى ستتناقص مع زيادة نسبة الأزهار الملقحة. فالثمار أو البذور المنتجة عند تلقيح أزهار قليلة عادة ما تكون أكبر مما لو كثف التلقيح. ومع ذلك من الأفضل للمزارع أن يضمن بأن لديه مستعمرات كافية خاصة تحت الظروف الغير ملائمة. وهكذا - بالرغم تحت الظروف المثالية (تشمل طقس جميل وأشجار كافية ذات أزهار تحوى حبوب لقاح ووفرة من الملقحات الحشرية) تكون هناك إمكانية للتلقيح الزائد لأشجار الفاكهة يؤدى إلى ثمار صغيرة فى الحجم فإنه من الحكمة الإمداد بمستعمرات للحصول

على أقصى تلقيح عن مستعمرات تؤدى إلى تلقيح أقل حيث يمكن تصحيح العقد بالخف والتقليم ولكن لا يمكن عمل أى تصحيح للعقد القليل. بالإضافة إلى ذلك ـ إتضح حديثاً أن التفتح الزهرى لكثير من الأنواع النباتية ينتهى بسرعة والتلقيح يوم التفتح الزهرى أكثر نجاحاً ووجود ملقحات كافية يضمن التلقيح الناجح.

وبينما يمكن لمزارعى بعض المحاصيل ـ خاصة البقوليات ـ تحديد كمية التلقيح المتواجد فى الحقل بمظهر الإزهار وإجراء اللازم عند الضرورة بزيادة عشيرة الملقح إلا أن ذلك لا يمكن تحديده إلا متأخراً جداً مع معظم المحاصيل مما يدعم ضرورة وفرة الملقحات من البداية.

ومن المرغوب فيه مع كل نوع نباتى تحديد معادلة لكى يصبح المزارع قادراً على تحديد أقل عدد من مستعمرات النحل المطلوبة لتلقيح محصوله الخاص. فلقد أمكن ربط عدد النحل فى وحدة مساحة القطن مع دلالة مباشرة لنقل حبوب اللقاح ولكن من المحتمل أن تتمشى هذه العلاقة مع قليل من المحاصيل الأخرى وتجرى المحاولات عادة لربط عدد الحشرات الملقحة فى المتر المربع عادة أو لكل عدد معين من الأزهار مع عقد البذور. ولكى نستطيع أداء هذا العمل فإنه من الضرورى معرفة معدل زيارة الأزهار وكفاءة التلقيح فى كل زيارة وعدد رحلات السعى فى اليوم وعدد الساعات فى اليوم التى يحدث فيها الخروج للحقل وعدد الأزهار المتاحة فى اليوم فى وحدة المساحة مع أنظمة نباتية مختلفة وظروف بيئية مختلفة. والمعلومات التى تقترب من الكمال متاحة فقط مع قليل من المحاصيل وقابلة للتطبيق فقط فى مناطق محددة خاصة التى أجريت فيها. وتقدير عدد المستعمرات المطلوبة يجب أن يأخذ فى الحسبان أيضاً عشائر نحل العسل فى الحقول المجاورة لنفس المحصول. وعند زراعة المحصول على نطاق واسع فى نفس المنطقة يجب عمل ترتيبات للمنطقة كلها.

٣- كفاءة سعى مستعمرات النحل ومسافتهم من المحاصيل:

Foraging efficiency of colonies and their distance from crops

تخرج شغالات نحل العسل للسعى بعيداً عن الموقع الأصلى للخلايا عند الضرورة ولكن قد تعمل بالقرب من خلاياها عند توفر مرعى مناسب متاح قريب.

ووجد أن شغالات المستعمرات تجلب إمداداتها من الطعام من محاصيل تبعد ١٣ كم عن موقع المنحل ولكن فى حالات أخرى عند توافر مرعى قريب فـإن الشـغالات السارحة foragers تركز جهودها داخل ٠,٨كم بعداً عن الخلايا. وذكر أن بعـض النحل المعلم وراثياً يصل فى سعيه فى الحقل لنحو ٥,٦ كم من خلاياه ولكن معظـم هذا النحل عمل داخل ٤كم. وتحت الظروف العادية ووفرة الأزهار وبـالقرب مـن الخلايا فإنه يعمل فى مدى نحو ٦٠٠م. نظرياً المستعمرات الأقرب لمصدر المرعى تستغرق وقتاً أقل فى الذهاب والعودة وإقتصاداً أكبر فى المجهود.

٤- نقل المستعمرات للمحاصيل Moving colonies to crops:

مع تزايد الطلب على خدمات تلقيح الأزهار تطـورت وسـائل فعالـة لنقـل المستعمرات التى تشمل إستخدام حاملات خلايا ميكانيكية بعضها مزود بأذرع لرفع الخلايا وأجهزة لتجهيز وربط الخلايا إستعداداً لشحنها ونقلها. عادة ما تنقل الخلايـا قدر الإمكان ليلاً وإذا كانت هناك ضرورة لنقلها نهاراً وإحتمال تعرضها لظـروف جافة حارة فإنه يجب رش الخلايا والمستعمرات بالماء. فالنحل له القدرة على تبريد مستعمرته بواسطة تبخير الماء على إطاراته وعلى أجزاء فمه. فالرطوبة النسـبية العالية المنتجة بالبخر وإحلال مدخرات الماء الجسمى بشرب الماء يقلل من مـوت النحل بالجفاف.

ومع ذلك ورغم الإحتياطات ــ يحدث أحياناً ضرر للمستعمرات أثناء النقل. فلقـد ذكر أن نقل المستعمرات لأكثر من ٤٨ كم عادة ما يقتـل حضنتـها كمـا تنتـج تلـك المستعمرات عسل أقل من المستعمرات الـ[illegible]نة. حيث ذكر أن المستعمرات التى نقلـت إلى بساتين أقل من ٤٨ كم بعداً فى سنة جيدة الرحيق أنتجت نفس كميـة العسـل فـى مستعمرات المقارنة ولكن فى السنوات المتوسطة الرحيق أنتجت أقل قليلاً من المقارنة.

والآن ما الذى يحدث عندما تنقل المستعمرة فى موقـع جديـد؟... إذا لـم تـترك مستعمرات أخرى فى الموقع القديم وكان الموقع الجديد فى مدى طيران الموقع القديـم نجد أن معظم شغالات الحقل (بين ٧٠ إلى ١٠٠%) ترجع الى خلاياها فـى موقعـها الجديد رغم أن كثير من تلك الشغالات زارت [illegible] الموقع القديم. وإذا كـانت

مستعمرات أخرى لا تزال موجودة قريبة من الموقع القديم فإن النحل العائد من الموقع الجديد يحاول أن يندمج بهذه المستعمرات. ومع ذلك ـ عند نقل مستعمرة إلى موقع جديد خارج نطاق مدى الطيران الأصلي يتوجه جميع النحل بنجاح بعد العمل إلى خلاياه في موقعه الجديد ويعود إليه.

والآن ماذا عن وضع الخلايا؟ شغالات نحل العسل التي تخرج إلى الحقل لا تبقى دائماً في المستعمرة التي تربت بها وقد تضل طريقها عند العودة إلى خلايا أخرى خاصة أثناء أول طيران لها. ويشتد السلوك "الانحرافي drifting " هذا عند إعداد خلايا متماثلة ووضعها في أشكال منتظمة. ومثل هذا السلوك غير مرغوب فيه على وجه الخصوص حيث ينتج عنه ضعف غير مناسب في بعض المستعمرات وتقوية في البعض الآخر وبذا ينخفض متوسط السعي النشط average foraging potential وكذا إنتاج العسل وكفاءة التلقيح. وعند ترتيب الخلايا في صفوف على أبعاد متساوية يضل نحل الخلايا الطرفية طريقه بصورة أقل مما يحدث لشغالات الخلايا القريبة من مراكز الصفوف ويرجع ذلك بدون شك إلى السهولة الكبيرة للنحل على تميز الخلايا الطرفية وتكتسب الخلايا هذه بالتالي نحل. ويحدث فقد أكثر للنحل أثناء الريح الشديدة خاصة في الخلايا تجاه الريح. كما يوجد ميل أيضاً لشغالات الحقل لتضل طريقها وتذهب إلى الخلايا الأقرب للخط الرئيسي للطيران.

يحدث إنحراف drifting مشابه للنحل عند نقله إلى مواقع جديدة سواء سمح لشغالات الحقل بالخروج تدريجياً أو بحرية في الموقع الجديد. فعند نقل مستعمرات إلى محاصيل بذرية قد تميل شغالات الحقل عند العودة للإنحراف بشدة إلى مستعمرات قليلة. وذلك لأن النحل يميل لأن يتذكر موقع خلاياه بالنسبة للخلايا المجاورة لذا عند وضع الخلايا في المواقع الجديدة في تركيبه مشابهة للمواقع القديمة يجب المحافظة على نفس الموقع النسبي لكل خلية مع الأخرى. لقد أوضحت التجارب أنه يمكن تقليل إنحراف النحل كثيراً بترتيب الخلايا بدون نظام ومواجهة لإتجاهات مختلفة وبعيدة عن بعضها البعض ووضعها بالقرب من علامات أرضية أو كاسرات رياح wind breaks ووضع لوحات مختلفة الألوان على مهابط مدخل الخلايا.

٥- تكييف المستعمرات لمحاصيل خاصة:

Conditioning colonies to particular crops

لقد تم مناقشة وفاء سعى نحل العسل foraging constancy في الباب الأول. والآن ماذا عن هذا الوفاء عند نقل النحل من مكان لآخر؟ تميل شغالات النحل قدر الإمكان إلى زيارة نفس نوع النبات التى زارته سابقاً قبل نقل المستعمرات وينتج عن ذلك أن نسبة من شغالات الحقل foragers التى تزور أى نوع معين بعد النقل تكون عادة ذات علاقة مرتبطة بما زارته من أنوع قبل النقل. ومن المحتمل أن يلعب المخزون الغذائى الأصلى فى الخلية جزءاً فى تحديد نوع النبات التى تزوره شغالاته الحقلية. ولكن عندما يسود فى الموقع الجديد نوع نباتي آخر تتخلى كثير من الشغالات عن النوع السابق وتجمع من النوع الجديد. وبسبب ذلك ـ يبدو من المهم عند نقل المستعمرات إلى محصول محتاج للتلقيح يجب أن يتم النقل عندما يكون تزهير المحصول كافياً بدرجة تجعله النوع السائد فى الموقع الجديد. لقد كانت هناك ولسنوات كثيرة توصية بعدم نقل المستعمرات إلى المحاصيل إلا بعد بدء إزهار تلك المحاصيل أو إلى أن توجد أزهار كافية للنحل لكى يعمل عليها حيث كان هناك تصور يعنى بأنه إذا بدأت شغالات الحقل فى الموقع الجديد من زيارة نوع زهرى آخر غير المحصول المستهدف فإنها لن تهمل أزهار هذا النوع فتتأثر المحاصيل المستهدفة. وإعتمد أساس هذه التوصية على الخبرة أكثر من التجربة. ووجد فعلاً بالتجربة عند نقل النحل إلى بساتين قبل الإزهار فإن النحل وسع إهتماماته فى أماكن خارج البستان.

وفى مزيد من التجارب لإختبار سوصيات السابقة أعد أحد البحاث مجموعتان من المستعمرات نقل إحداها إلى المحصول قبل الإزهار والأخرى إلى المحصول بعد بدء الإزهار وحدد الكمية النسبية للنحل فى المجموعتين التى زارت المحصول. أجريت التجارب مع *Prunus persica, Prunus avium, Pyrus malus, Lotus corniculatus, Medicago sativa, Trifolium pratense*. فى كل تجربة وفى اليوم الأول منها زارت الشغالات الحقلية للمجموعة الثانية المحصول بمعدل تراوح بين

٢,٤ إلى ١٢,٥ مرة أكثر من المجموعة الأولى. وعلاقة التناسب لنحل المجموعتان في الأيام التالية إما ظلت كما هي أو أصبحت متماثلة تدريجياً أو أصبحت بسرعة متشابهة. ويمكن أن يرجع السبب في آخر حالتين إلى ما يلي:

١- بالنسبة للمستعمرات التي نقلت للمحصول قبل الإزهار ـ قد يرجع سبب زيادة إتجاه شغالات الحقل نحو المحصول المستهدف أنه أصبح أكثر جذباً من المحاصيل الأخرى القريبة التي ذبلت أزهارها.

٢- بالنسبة للمستعمرات التي نقلت بعد بدء أزهار المحصول المستهدف ـ يحتمل أن شغالات الحقل وجدت محاصيل أخرى أكثر جذباً في مكان قريب.

لقد إستنتج أن تأخير نقل مستعمرات النحل إلى المحصول حتى بدء إزهاره ربما يزيد دائماً التلقيح خاصة عندما يكون للمحصول فترة إزهار قصيرة أو يكون أقل جذباً للنحل عن المحاصيل الأخرى في المنطقة. وفي الحالة الأخيرة يجب نقل قليل من المستعمرات إلى المحصول في الأيام المتتابعة للإزهار. ويشكل رش المبيدات الحشرية قبل بدء الإزهار سبب إضافي في تأخير نقل المستعمرات إلى المحصول. ومن الجدير الإشارة إلى أن تأجيل نقل المستعمرات حتى تفتح نسبة كبيرة من الأزهار يؤدي إلى فشل جزء مهم من المحصول في التلقيح خاصة وأن أزهار كثير من الأنواع تقل قابليتها للإخصاب عقب مدة قصيرة من التفتح.

تتجه الزهرة إلى تكشف حبوب لقاحها في وقت من اليوم يميز نوعها فأزهار نباتات *Pyrus malus, Taraxacum officinale* تظهر حبوب لقاحها في الصباح وبعد الظهر على الترتيب. وهذه الظاهرة هامة في إدارة النحل في تلقيح الأزهار. علاوة على ذلك ـ يجب أن نعي بأن غلق المستعمرات في صباح يوم ذات درجة حرارة عالية يؤدي إلى رفع درجة الحرارة فوق الطبيعي داخل المستعمرة والإضرار بأفراد المستعمرة. ومن المهم التأكيد بان نقل المستعمرات إلى محاصيل تتكشف حبوب لقاحها في الصباح مثل *Ribes nigrum, Fragaria x ananassa, Brassica oleracea* ، *Prunns cerasus*، يجب أن يطلق نحلها وقت وجود حبوب اللقاح. إن جامعات

حبوب اللقاح أكثر أهمية كملقحات للمحاصيل السابقة عن النحل الجامع للرحيق فقط. وعلى العكس جامعات الرحيق أكثر قيمة كملقحات لنبات *Helianthus annus* الذى يكشف عن حبوب لقاحه مبكراً فى الصباح ولهذا السبب قد تكون هناك ميزة لتأخير إطلاق المستعمرات فى هذا المحصول حتى تنتهى ذروة تكشف حبوب لقاح اليوم.

بداية نشاط السعى foraging activity يكون أقل فى بداية اليوم عن نهاية يوم السعى وعلى ذلك يتوقف السعى عندما تكون الظروف أفضل عن تلك التى بدء فيها. وربما يعكس ذلك حقيقة أن نشاط خروج الشغالات للسعى يهيمن عليه الكثا الضوئية ودرجات الحرارة التى تكون عادة أعلى عند نهاية النهار عنه عند بدا وإقتراح إمكانية تعديل ذلك صناعياً بحبس المستعمرات فى خلاياها حتى بعض الظهر وهنا تصبح شغالات الحقل أكثر تحمساً للعمل على أقرب مصدر غذائى تصادفه وإقترح أن هذا الأداء يمكن ممارسته مع المحاصيل الأقل جذباً للنحل. ومع ذلك أية ميزة يتحصل عليها يجب أن توازن مع عيوب أخرى ممكنة مثل تقليل وقت الرعى وأى ضرر يحدث للمستعمرات عند حبسها كما يجب أن يؤخذ فى الإعتبار، الوقت من اليوم التى تتواجد فيه حبوب اللقاح.

لقد تبين أنه عندما يكون المحصول ذات جاذبية خاصة تعرض النحلة الرائحة الناتجة من غدة كازانوف فتعمل الرائحة على جذب نحل آخر للمحصول لذا هناك إتجاه إلى إنتاج هذه الرائحة صناعياً للحصول على مادة ذات جذب عام للنحل قد تكون ذات خدمة كبيرة للمزارعين والنحالين فى إدارة مستعمرات النحل. وأجريت بالفعل محاولات لتعريف مكونات إفراز غدة كازانوفا واختبار فاعليتها. ورغم وجود بعض التعارض يبدو أن المكونات الجاذبة للرائحة تشمل الـ geraniol والسنترال وحمض الـ netrolic وحمض الجيرانيك. وربما تكون تلك المواد ذات فائدة فى جذب الشغالات للمحصول عند وضع المستعمرات فى منطقة جديدة.

٦- مدى سعى المستعمرات Foraging range of colonies:

لقد سجل كثير من البحاث أنه عند نقل مستعمرات النحل إلى المحاصيل المزهرة فإن مدى سعى شغالات النحل يتجه لأن يقتصر فى البداية على المنطقة القريبة من الخلايا ثم يمتد السعى تدريجياً فقط. فعند وضع عدد من المستعمرات فى حقل *Vacinium angustifolium* لوحظ أن سعى النحل يمتد بالتدريج إلى ١٣٧م فى نصف اليوم الأول و ٥٤٩م فى اليوم الثانى و ٦٨٦ متراً أو أكثر من اليوم الثالث وأن المستعمرات القوية توسع مدى سعيها أكثر سرعة من المستعمرات الضعيفة. كما لوحظ عند وضع مستعمرات بالقرب من *Vicia villosa* ركز النحل إهتماماته فى البداية على النباتات القريبة من الخلايا ثم توجه إلى الأبعد.

من ناحية أخرى التوسع السابق فى مساحة المرعى لا يكون ثابت فعند وضع نحل معلم وراثياً على الحافة الشمالية لحقل برسيم *Medicago sativa* كبير ودرس التوزيع النسبى للنحل فى ٦ مواقع فى الحقل على بعد من ٩١ إلى ١٠٦٩ م من المستعمرات. وجد معظم النحل فى مدى ٣٢٠م من مستعمراتهم وقليل من النحل بعد ٦٤٠م. علاوة على ذلك زارت نسبة متزايدة من النحل حقل أكثر جذباً من *M.sativa* على بعد ٢كم إلى الشمال الغربى ولم يتغير توزيع النحل طوال خمسة أيام من التجربة. وعند نقل مجموعة أخرى من المستعمرات التى حرمت من نحلها الطائر أى تحوى فقط شغالات دون خبرة حقلية، على حافة حقل آخر من البرسيم *M.sativa* لوحظ أن نحل الحقل قصر نشاطها داخل ٢٧٤م من خلاياها فى الخمس أيام التالية للنقل وقليل جدا من نحلها واصل سعيه لحقل آخر على بعد ٨٠٤م. وعند نقل ٢٠مستعمرة معلمة جينياً فى مركز حقل برسيم من ٦١ هكتار ودرس توزيع الشغالات عند مسافات مختلفة من هذا الحقل والحقول المجاورة، ثم وضع عشرة مستعمرات أخرى معلم أفرادها بالفسفور المشع بجانب الخلايا السابقة بعد ١٣ يوم من وضع المستعمرات السابقة ودرس توزيع شغالات كلاً من المستعمرات السابقة. وجد أن شغالات كلاً من مجموعتى المستعمرات كان أنماط توزيعها متشابهاً والشئ الوحيد المختلف كان فى الإنتشار الأكثر للمجموعة الأخرى. ولم يتأثر نمط توزيع

نحل المجموعة الأولى بحش البريسم فى ٤٠ هكتار من حقل مجاور بالإضافة إلى زيادة ٧٠ مستعمرة فى المنطقة.

٧- مناطق سعى المستعمرات Foraging areas of colonies:

ترتيب المستعمرات فى المحصول هام لضمان التوزيع المتجانس لنحل الحقل فى المنطقة. وتعتمد منطقة سعى المستعمرة على كثير من العوامل منها كمية الرحيق وحبوب اللقاح المتاحة فى وحدة المساحة والظروف الجوية والخصائص الفيزيائية للمنطقة. عندما تكون المستعمرات فى وسط المحصول تزداد مساحة السعى المتاحة مع المسافة من المستعمرة. ومع ذلك لوحظ أن النحل يجند أفراد أكثر إلى المصادر الغذائية الأقرب عن البعيدة كما يكيف النحل نفسه فى أيام الطقس السيئة للسعى على الأزهار الأقرب لخلاياه.

سبق ذكر أن تعداد شغالات الحقل فى وحدة المساحة فى المحصول تتناقص مع زيادة المسافة من مجاميع المستعمرات لجميع الأحجام. وعند فرض أن عدد الخلايا فى الهكتار ثابت نجد أن وضع الخلايا معاً فى مجموعة أو مجموعتين ستعملان معا ولن تحقق الشغالات تغطية كافية لنباتات المحصول ولكن توزيع نفس عدد الخلايا فى عديد من المواقع سيؤدى إلى تداخل بين الشغالات وتغطية كاملة للمحصول. الوضع المثالى ــ هو توزيع الخلايا فراداً فى المحصول ولكن يرغب كل من المزارع والنحال وضع الخلايا فى مجاميع كبيرة قدر الإمكان، لذا يهمنا معرفة أقصى حجم من المجاميع (عدد الخلايا) يمكن توزيعها بالتساوى فى المحصول بطريقة تؤدى إلى تداخل بين المجاميع القريبة لمنع تناقص أعداد شغالات الحقل فى منتصف الطريق بين الخلايا.

وضع فى بستان *Pyrus malus* مستعمرات النحل فى مجاميع بمعدل ١٠ إلى ١٢ خلية بمسافة بين المجاميع قدرها ١٨٣-٢٧٤م ووضع فى بستان ثانى مجاميع من ٤ إلى ٥ خلايا بفاصل ٩١ إلى ١٨٣م. وتم عد النحل على الأشجار فى مسافات ٢٣، ٤٦، ٦٩، ٩١م من المجاميع. وجد أن تعداد النحل فى البستان الأول تناقص

بطريقة ملحوظة بينما توزيع النحل فى الأماكن المختلفة كان تقريبا متساوى وربما سبب ذلك يرجع إلى تداخل نحل المجاميع القريبة. وضع فى تجربة أخرى خلايا فردية كل ٦١م فى بستان آخر ووجد توزيع متجانس للنحل على الأشجار. ووجد أن نسبة عقد الثمار كانت متوافقة على أعداد النحل الساعى فى المواقع المختلفة. لذا يفضل توزيع الخلايا فرادى أو فى مجاميع صغيرة فى أنحاء البستان مع الأخذ فى الإعتبار أن شغالات النحل خارج البستان جزء منها سيعمل على المحاصيل القريبة.

ثبت أن المنحل المجاور للبستان يؤثر على سعى مستعمرات النحل الموجودة داخل البستان لغرض التلقيح حيث تقل منطقة سعى النحل تجاه المنحل المجاور نتيجة المنافسة بين أفراد النحل وبالطبع يعتمد ذلك على عدد الخلايا بالمنحل. ووجد أيضا أن مناطق سعى مستعمرات النحل تأثرت بعدد المستعمرات الموجودة. لبيان ذلك وضعت مستعمرات نحل معلمة وراثيا فى وسط حقل برسيم *Medicago sativa* وحدد توزيع شغالات النحل فى الحقل. ثم وزعت مستعمرات إضافية فى أنحاء الحقل مع زيادتها تتابعيا إلى ٢,٥، ٥، ٧,٥ مستعمرة للهكتار. وجد أن سعى النحل المعلم تناقص مع زيادة عشيرة النحل العادى وتركز سعى النحل داخل ٩١م من موقع خلاياه وعمل قليل من هذا النحل وصل إلى ١٨٣م.

تعتمد منطقة سعى المستعمرة وعدد المستعمرات التى يحتاجها البستان على كثير من العوامل تشمل كميات الرحيق وحبوب اللقاح المتاحة فى وحدة المساحة وظروف الطقس والخصائص الفيزيائية للمنطقة ومنها الأماكن المظللة. ويعتمد الحجم المثالى لمجموعة خلايا النحل لكلا من المزارع ومربى النحل على نوع المحصول ومازال هناك حاجة لدراسات كثيرة على مناطق سعى مستعمرات النحل على المحاصيل المختلفة للحصول على توزيع متجانس للنحل على المحصول خلاف عوامل أخرى فى حاجة إلى دراسة مثل تأثير السمات السطحية للمنطقة وتأثير الرياح. وقد إقتراح بأنه يجب وضع الخلايا بدرجة تمكن النحل من الطيران ضد الرياح السائدة والعودة إلى خلاياه فى إتجاه الرياح حيث قد يسهل فى الإهتداء إلى الرائحة المنبعثة من المحصول.

من الموم ــ خاصة عند تلقيح البساتين ــ وضع المستعمرات فى امــاكن محميــة بحيث تتعرض للشمس فى الصباح المبكر لزيادة درجــات الحــرارة وتنبــه الطــيران المبكر. حيث وجد أن نحل المستعمرات المحمية فى الموقع المشمس الدافئ يخرج منــها ٥٠% أكثر من نحل مستعمرات مماثلة فى الحجم معرضة للرياح وحماية جزئية.

أجريت محاولات فى الإتحاد السوفيتى السابق عن تأثير مصدات الرياح علــى التلقيح ووجد أن أزهار نبات *Helianthus annuus* الموجودة على بعــد ١٠-٢٠م من مصدات الرياح أنتجت رحيق أكثر وثلاث مرات ضعف فى إنتاج البذور عــن تلك التى تبعد ٤٠٠ إلى ٤٧٠م. وأن أزهار *Onobrychis sativa* فــى مــدى ١٠-٩٠م من مصدات الرياح أفرزت رحيق أكثر وتردد عليها نحل أكثر وأنتجت بــذور أكثر من تلك التى تبعد ١٠٠ إلى ٤٧٠م. وثبت بالبحث أن وجود مصدات الريــاح فى البستان يؤثر كثيراً على توزيع الحشرات الطائرة وأن المناطق المحمية تحــوى ثلاث أضعاف الحشرات المحبة للأزهار عن تلك الغير محمية. وهناك إقتراح بــأن مصدات الرياح عن طريق تقليل التأثير المعاكس للرياح على زيــارات الحشــرات يمكنها أن تحسن تلقيح بعض المحاصيل الإستوائية من ضمنها *Theobroma cacao*, *Coffea* spp., *Camellia sinensis*, *Citrus* spp., *Musa* spp. ومع ذلــك ــ وبينمــا تكون مصدات الرياح مفيدة بالإمداد بالتدفئة الأكثر للأماكن القريبة والوسط المناخــى الأهدأ microclimate الذى يشجع إفراز الرحيق وتوفير حبوب اللقاح قد يكون لــها تأثير معاكس بتثبيط الحشرات الملقحة من زيارة الأجــزاء المكشــوفة أكــثر مــن المحصول وهذا المجال فى حاجة إلى مزيد من الدراسة.

٨- "توجيه" النحل للمحاصيل "Directing" bees to crops:

عندما درب Von Frisch عام ١٩٢٣ نحل العسل ليجمع محلول سكرى وضــع على الأزهار فإن هذا النحل إستدعى نحل آخر لزيارة أزهار نفس النــوع النبــاتى الذى أمد من قبل بمحلول سكرى. وذكر أن النحل يمكن توجيه لزيارة نوع معيــن من الأزهار عند وضع محلول سكرى فى خلاياه يحتوى رائحة الأزهــار موضــع الإهتمام. تلى ذلك كثير من المحاولات "لتوجيه" النحل إلى محاصيل معينة بتغذيــة

مستعمراته على محلول سكرى يحتوى رائحة المحصول "المستهدف". والطريقة التى تعتمد على لغة الرقص (السابق ذكرها) على غمر أزهار طازجة من المحصول المستهدف فى محلول سكرى لبضع ساعات ثم سحب الأزهار وتقديم المحلول السكرى لمستعمرات النحل وفى العادة ما تقدم أزهار طازجة من المحصول ليقف عليها النحل أثناء تناول المحلول السكرى. نظرياً ــ ينقل النحل الذى يتناول المحلول السكرى المعلومات الخاصة برائحة المحصول المستهدف إلى نحل آخر الذى يغادر الخلية لزيارة نفس المحصول. ويصعب توجيه النحل إلى أنواع خاصة من الأزهار عندما يتاح لها فى نفس الوقت وفرة من رحيق أنواع أخرى. ولكن ذكر أنه يمكن تثبيط النحل من زيارة محصول معين بتغذيته على محلول يحوى ٥٠% كلوريد الكالسيوم سبق غمر بعض أزهار المحصول فيه. ونتيجة أن انعكاس الأشعة الفوق بنفسجية تنبه بقوة النحل الساعى ــ لذا إقتراح إستخدام أفرخ ألومنيوم بين نباتات المحصول المستهدف لتعكس الضوء الفوق بنفسجى لجذب النحل لأزهار المحصول. وإدعى بعض البحاث بأنه يمكن تشجيع النحل لزيارة المحصول بوضع أوعية تحوى محلول سكرى فى الحقل مع تغطية هذه الأوعية بأزهار المحصول وأجريت هذه المحاولات مع بعض أنواع البرسيم ونباتات أخرى مثل *Cucumis melo, Brassica napus, Trifolium pratense*. وبينت تجارب أخرى أن نفس التأثير يمكن الحصول عليه برش النباتات بمحلول سكرى ولكن يعيب هذه الطريقة بأن النحل قد يعمل فقط فى المناطق المرشوشة وقد يوجه النحل جهده لجمع المحلول السكرى من الأجزاء الأخرى النباتية التى تحتويه مع تأثير ضار على عملية التلقيح. عموماً ــ تحتاج كثير من الطرق السابقة لبعض التحويرات للتطبيق بواسطة المزارع أو النحال.

٩- زيادة جذب المحاصيل **Increasing the attractiveness of crops:**

هناك طريقة أخرى لزيادة التلقيح بزيادة جذب المحصول للنحل. فالإنتخاب الطويل الأمد لأنواع معينة من النباتات قد ينتج عنه سلالات نباتية تحوى رحيق أو حبوب لقاح أكثر وسهل المنال لنحل العسل. ويمكن عمل القليل فى مجال تحسين

كمية ونوعية حبوب اللقاح ولكن الكثير يمكن عمله بواسطة التربية والإنتخاب. كما قد توجد إمكانية لإنتخاب سلالات تفرز رحيق أكثر. حيث لوحظ إختلافات وراثية فى إفراز الرحيق فى نباتات *T.pratense* و *T.sativa* . ومع ذلك ــ نظرا للتأثير البيئى الملحوظ على تركيز سكر الرحيق لذا سيكون الإنتخاب المبنى على أساس تركيز السكر محدود الفائدة.

الطريقة الأكثر تأثيرا لتحسين جاذبية المحصول تعتمد على الإنتخاب المباشر للنباتات الأكثر جذبا للنحل. وهذه الطريقة توفر تلقائيا إنتخاب نباتات تتوفر بها جميع العوامل المسئولة على جذب النحل.

من الممكن أن نؤثر على إفراز الرحيق بتغير مخزونات التربة من المواد الغذائية. ويبدو أن جميع العناصر التى تؤثر على نمو ا لنبات تؤثر على إفراز الرحيق. ولقد أوضحت التجارب أنه للحصول على أقصى إنتاج للرحيق يجب أن يكون مستوى التسميد بالنتروجين منخفض بدرجة كافية لتجنب النمو الخضرى الزائد. وأن يكون هناك تسميد فوسفورى كافى ليشجع إنتاج زهرى جيد ولكن ليس عالى حتى لا يقلل إفراز الرحيق. كما يجب ألا يكون مستوى التسميد بالبوتاسيوم منخفض بدرجة تحد من النمو وإفراز الرحيق ولا عالى بدرجة تثبط إنتاج الأزهار. ويجب أن نعي أن المعاملة الضرورية بالمخصبات للإفراز المثالى للرحيق تختلف بإختلاف الأنواع. مع ملاحظة أن إفراز الرحيق أيضا قد يعتمد على العمليات الزراعية الأخرى خاصة الرى والمسافات الزراعية.

١٠- زيادة نسبة جامعات حبوب اللقاح:

Increasing the proportion of pollen-gatherers

جامعاتُ حبوب اللقاح ملقحات أكثر قيمة بصفة عامة وتعمل أسرع من جامعات الرحيق لذا من المهم زيادة أعدادها. ونظرا لأن نسبة شغالات الحقل foragers التى تجمع حبوب اللقاح تزداد مع كمية الحضنة فى المستعمرة فإنه من المهم أن تحتوى المتسعمرة المعدة للتلقيح على وفرة من الحضنة.

يحد قلة حبوب اللقاح المخزونة فى المستعمرات فى الشتاء من تربية الحضنة فى نهاية فترة الشتاء والربيع ومن ثم حجم المستعمرات وقت الحاجة. وعلى ذلك تغذية الحضنة بحبوب اللقاح وبدائل حبوب اللقاح (٤-٩ أجزاء دقيق فول صويا + ١ جزء خميرة brewer's yeast التى يضاف إليها أحيانا لبن جاف منزوع الدسم وكازين تجارى ومح بيض جاف) فى بداية الربيع وسيلة قيمية لزيادة تربية الحضنة ومن ثم قوى سعى شغالاتها. ومع ذلك قد يقلل الإمداد الزائد بحبوب اللقاح إلى المستعمرات الموجودة فى محاصيل فقيرة فى حبوب اللقاح مثل (*Eucalyptus* spp., *Gossypium* spp) من تعداد النحل الجامع لحبوب اللقاح والهام فى التلقيح.

يمكن أيضا حث المستعمرات على زيادة جمعها لحبوب اللقاح بإزالة بعض مخازن حبوب اللقاح الخاصة بهذه المتسعمرات مع إمدادها بإطارات حضنة إضافية. ومع ذلك قد تستلزم هذه الطريقة تداول مستعمرات إضافية والتى بنفسها قد تقلل السعى الحقلى بالإضافة إلى إحتياج الطريقة إلى مستعمرات أخرى لأخذ منها إطارات الحضنة المطلوبة وقد يكون هذا غير فعال وغير إقتصادى إذا قورن بأخذ كل المستعمرات إلى المحصول موضع الاهتمام.

لقد إقترح أيضا أن إزالة حبوب اللقاح **بمصيدة حبوب اللقاح** pollen trap قد تزيد جمع حبوب اللقاح. فلقد ذكر أحد البحاث أنه كان فى المستعمرة الملحق بها مصيدة حبوب لقاح نسبة أكبر من جامعات حبوب اللقاح عن المستعمرات المقارنة ولكن ذلك يتطلب مزيد من الدراسة حيث ذكر باحث آخر بأن إزالة حبوب اللقاح من أرجل النحل بعد نهاية رحلات ناجحة سبب فى تحول هذا النحل إلى نحل جامع للرحيق. كما ذكر باحث آخر بأن إستخدام مصائد حبوب اللقاح خفضت إنتاج العسل بنحو ٢٤% وتربية الحضنة بنحو ٤%.

ذكر أيضا أنه يمكن تشجيع النحل وحثه على جمع حبوب لقاح أكثر بوضع صندوق به إطارات فارغة تحت صندوق حضنة المستعمرة وتزداد أهمية هذا الإجراء فى حالة عدم وجود مكان كافى فى صندوق الحضنة.

زيادة جمع حبوب اللقاح عند تغذية المستعمرات بمحلول سكرى غالباً ما ينتج من التغير السريع فى سلوك أفراد شغالات الحقل من جامعات للرحيق إلى جامعات لحبوب اللقاح. فمعظم النحل الذى يجمع المحلول السكرى لم يعمل من قبل فى الحقل أى هذا النحل فى مرحلة من حياته يتلقى طبيعياً أحمال الرحيق من شغالات الحقل. وغياب هذا النحل عند مدخل الخلايا نتيجة وجود المحلول السكرى ربما يثبط شغالات الحقل من جمع الرحيق.

فى تجارب أخرى غذيت مستعمرات النحل بمحلول سكرى مخفف موضوع بجانب محاصيل *Prunus avium, Trifolium pratense, Vicia faba* ووجد أن جمعها لحبوب اللقاح زاد بنحو ٢,٢ و ٣,٣ و ٥,٢ على التوالى مقارنة مع المستعمرات التى تركت بدون غذاء سكرى وربما هذا يعكس الإتجاه الأكبر لجامعات حبوب اللقاح للسعى بالقرب من مستعمراتها عن جامعات الرحيق. لذا فإن تغذية المستعمرة المعدة لتلقيح البستان بالمحلول السكرى لن تزيد فقط كفاءتها فى التلقيح بزيادة عدد جامعات حبوب اللقاح ولكنها قد تزيد أيضاً نسبة جامعات حبوب اللقاح التى تعمل على المحصول التى وضعت فيه المستعمرة. وبعض زيادة التلقيح الذى سجل عقب محاولة "توجيه" النحل بتغذيته على شراب يحوى رائحة أزهار المحصول المستهدف جاء فقط من التغذية بالشراب السكرى.

أحياناً ــ قد يكون من الملائم إستخدام مستعمرات داخل صناديق رخيصة دون إطارات ووضعها بين نباتات المحاصيل المراد تلقيحها وقتلها أو تركها تموت عند انتهاء الإزهار. إلا أن سعى نحل هذه المستعمرات أقل فى جمعة لحبوب اللقاح عن المستعمرات التى تحوى إطارات وحضنة بالإضافة إلى ميلها لترك الخلية. وقد يتغلب على ذلك بإضافة فرمونات الملكة المصنعة. وبالرغم من أن هذه الفرمونات المصنعة قد تكون مؤثرة مثل وجود الملكة فى المستعمرة المستقرة وفى تنبيه النحل على بناء الإطارات والسعى فى الحقل. إلا أنه يبدو من غير المحتمل أن فرمون الحضنة الصناعى سيكون مؤثر مثل تأثير الحضنة ذاتها. بالإضافة إلى أن جمع حبوب اللقاح سيتوقف إلى أن يعد إطار [illegible] لإستقبال أحمال حبوب اللقاح. لذا فإن

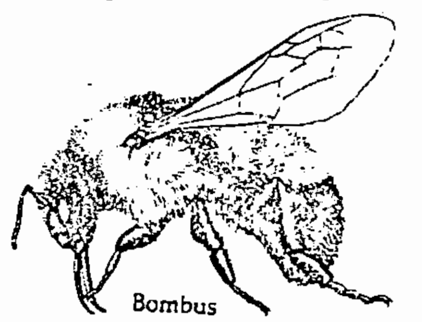
هذه العيوب ربما تتغلب على المميزات المتحصل عليها من هذا الإجراء.

بالرغم من أن جمع الرحيق يبدو أنه يمتد إلى ما بعد إحتياجات المستعمرة إلا أن جمع حبوب اللقاح ذات علاقة مباشرة أكثر بإحتياجات المستعمرة. وقد يرجع ذلك جزئيا للإنسان الذى إنتخب النحل الذى يميل إلى إدخار العسل وليس حبوب اللقاح. لذا الإنتخاب الناجح لنحل يدخر حبوب لقاح ــ رغم صعوبة إجراء ذلك ــ قد يؤدى إلى إنتاج مستعمرات لسلالات تجمع حبوب اللقاح بصرف النظر عن إحتياج الطائفة. هذا يؤدى إلى الحصول إلى ملقحات أفضل عن المستعمرات المتاحة الآن. وربما مثل هذا الإنتخاب سيرتبط فى النهاية بتربية نحل يفضل نوع معين من النباتات.

أخيرا ــ نؤكد مرة أخرى أن نحل العسل *A.mellifera* (Apidae) يشكل النحل الرئيسى الملقح للأزهار والعالمى الإنتشار. والخدمات التى يقدمها لكثير من المحاصيل فى البيئات الزراعية هامة جدا. ولكن قد يسبب مشاكل خطيرة فى الأنظمة البيئية الطبيعية حيث قد يتنافس مع الملقحات الحشرية الطبيعية بإستنزاف إمدادات الرحيق وحبوب اللقاح وقد يضر عملية التلقيح عندما يستبعد نحل العسل الملقحات المتخصصة لأنواع نباتية معينة. لذا من المهم دراسة ذلك فى بيئتنا الزراعية الجديدة ومعرفة دور النحل الآخر فيها وبالمثل المزارع الجافة المنتشرة فى صحراء مصر الغربية.

خامسا: إستخدام نحل البامبل كملقحات Using bumblebees as pollinators:

يمتلئ جسم نحل الجنس *Bombus* بالشعر وهو نحل إجتماعى مؤقلم للطقس البارد. يعرف نحو ٢٠٠ نوع معظمها فى المناطق المعتدلة من أمريكا الشمالية وآسيا الأوروبية.

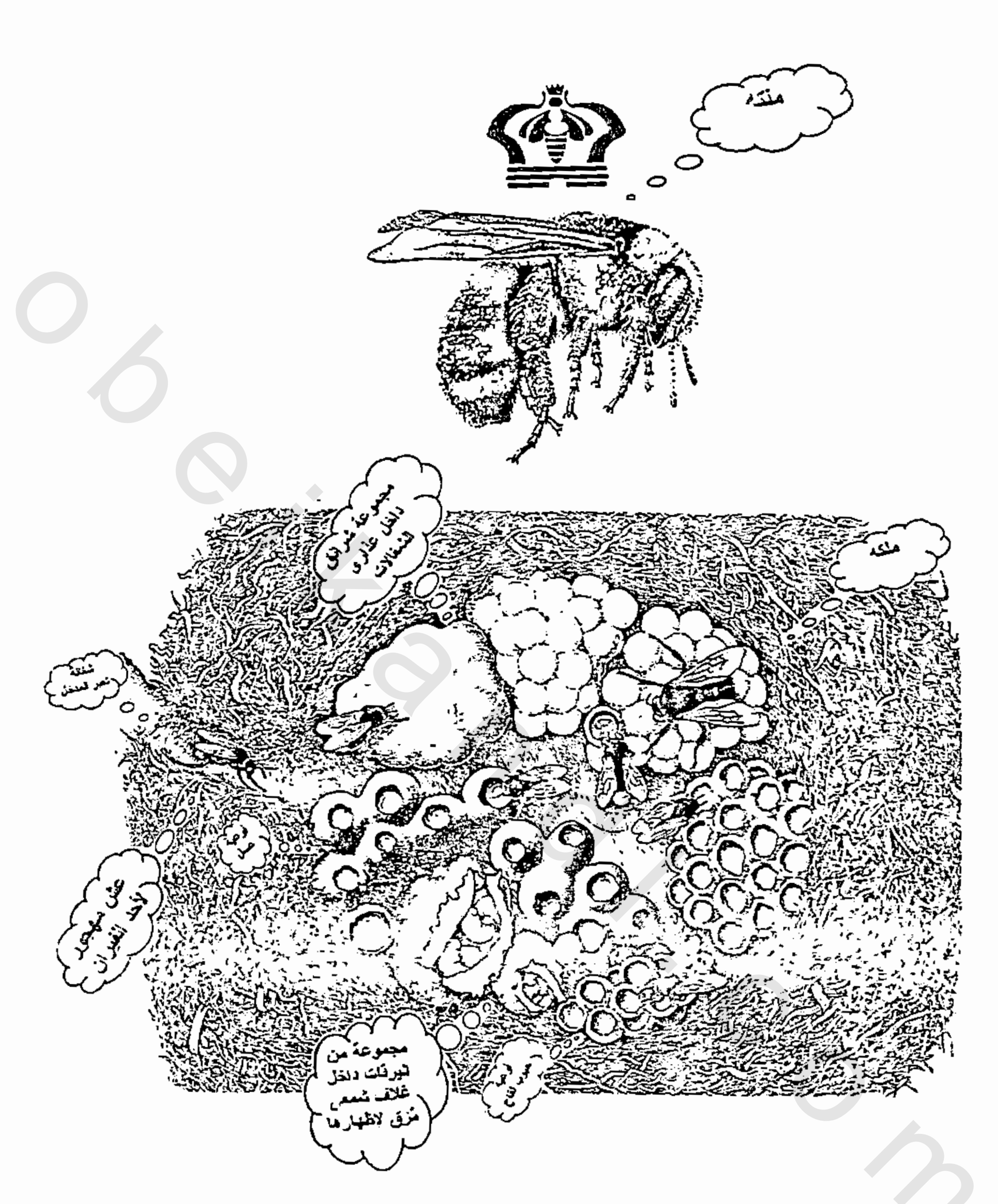


(شكل ١٧) شغالة نحل البامبل ويشاهد الشعر الغزير على جسمها.

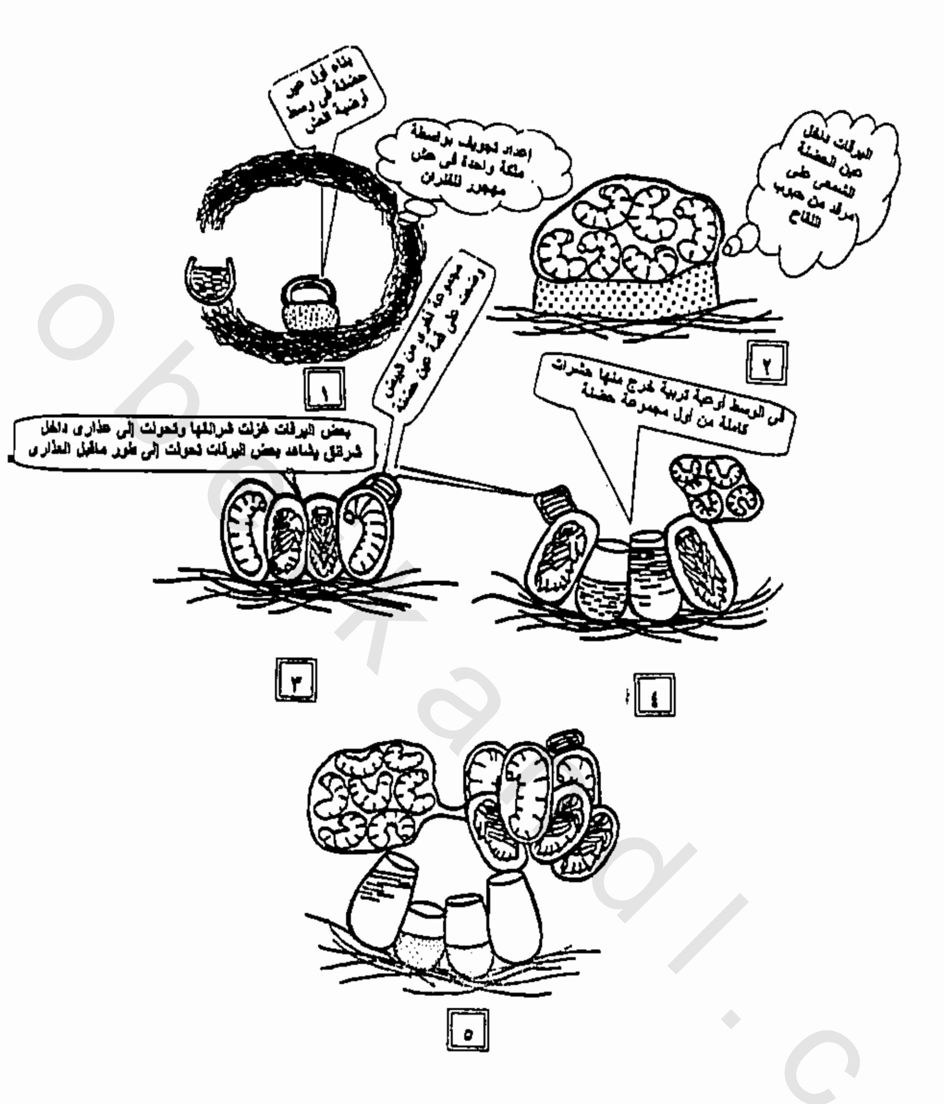
كما توجد أنواع قليلة فى أندونيسيا وفى أجزاء من أمريكا الجنوبية. ويوجد نوع وحيد *(B.atratus)* فى غابات الأمازون المطيرة. تنظيم مستعمرة نحل البامبل بدائى إذا قورن بتنظيم مستعمرة نحل العسل. ولكنه أكثر تطوراً من النحل الإنفرادى. عرف البيولوجى العام لنحل البامبل منذ فترة طويلة من بداية القرن العشرين مستعمرات النحل (شكل ١٨) حولية annual وتعيش فقط الملكات الملقحة فى الصيف وفى الشتاء فى سكون شتوى hibernation.

١- الدورة الحولية للمستعمرة Annual cycle of the colony:

تخرج الملكات من السكون فى الفترة ما بين بداية الربيع وبداية الصيف إعتماداً على النوع. وتبدأ فى زيارة الأزهار للتغذية على الرحيق وحبوب اللقاح وذلك لعدة أيام. ونتيجة لذلك تبدأ مبايضها التى كانت على هيئة خيوط رفيعة فى النمو ويبدأ البيض فى الظهور فى أفرع المبيض. وعند هذه المرحلة من نمو الملكة تبدأ فى البحث عن مكان ملائم لعشها مثل حقل بور أو حديقة مهجورة أو ضفاف الأنهار أو الحواجز. وفى كثير من الأحوال يكون الموقع الذى تختاره عبارة عن عش مهجور لحيواناً ثديياً صغيراً مثل فيران الحقل أو عش طير يتكون من تراكم لحشائش أو أوراق نباتية أو طحالب. وبينما تميل بعض الأنواع لإختيار مواقع تحت الأرض عند نهاية نفق قد يبلغ طوله من بضع سنتيمترات إلى عدة أمتار. تختار بعض الأنواع الأخرى مواقع على السطح ولكن تتميز بالإختفاء الجيد فى منخفض أو تحت حشيش كثيف. بمجرد أن تهتدى الملكة إلى العش (شكل ١٩) تبدأ فى تعديلة لإستخداماتها حيث تقوم بإعداد مدخل مع نفق ينتهى إلى تجويف العش. ثم تبطن التجويف الداخلى للعش بمواد ناعمة تمزقها من جدر العش. ثم تبدأ الملكة فى إفراز شمع على هيئة رقائق رفيعة من الغدد بين الحلقات intersegmental glands الموجودة على البطن. وتتشكل من هذه المادة أول عين حضنة egg cell على هيئة كوب ضحل على أرضية تجويف العش. بعد ذلك تضع فى عين الحضنة حبوب



(شكل ١٨): مستعمرة نحل البامبل الاوروبى *Bombus lapidarius* المسكن فى عش مهجور لفأر الملكة فوق مجموعة خلايا داخلها عذارى تم إزالة غطاء إحداها لإظهار أحد هـــذه العذارى. توجد أوعية العسل فى اليسار ومركز العش فى اليمين وإلى أسفل مجموعـــة من الخلايا المهجورة التى تستخدم فى تخزين حبوب اللقاح.



(شكل ١٩): يوضح ا لرسم المراحل النموذجية لنمو مستعمرة لنحل البامبل: (١) تبـدأ بـاحتلال الملكة لعش فأر مهجور وتبنى أول وعاء عسل بالقرب من فتحة العش وتقيم أول وعاء حضنة فى وسط أرضية العش (٢) تضع الملكة البيض داخل خلية شمعية على مرقد مـن حبوب لقاح الذى يفقس إلى يرقات (٣) بعض اليرقات تحولت إلى عـذارى داخـل شرانق بينما مازال البعض فى طور ما قبل العذراء. كما وضعت الملكة مجموعة ثانية من البيض على قمة إحدى الخلايا إلى اليمين (٤) فى الوسط بعـض الحشـرات الكاملـة خرجت وإستعملت شرانقها الفارغة فى تخزين العسل وحبوب اللقاح. (٥) تزايد إطار العش لأعلى وللخارج مع إنتاج ش ع جديدة من الحضنة.

لقاح ثم تضع عليها من ٨-١٤ بيضة على سطح كريات حبوب اللقاح. ثم تنشئ سقف قبى الشكل من الشمع ومواد أخرى على عين الحضنة brood cell وبذا تصبح الأخير مغلقة وكروية الشكل (شكل ١٩). ويتزامن وضع أول بيض مع بناء الملكة لوعاء للعسل عند مدخل تجويف العش وتملئه ببعض الرحيق الذى تجمعه من الحقل لتغذية اليرقات. تغذى يرقات الـ *Bombus* بواحد من أحد الطرق المختلفة جدا تبعا للنوع المشتمل وكان Sladen عام ١٨٩٦ أول من تعرف عليها:

١- **الطريقة الأولى:** تشاهد فى أنواع يطلق عليها مخزنات حبوب اللقاح pollen-storer species شغالات هذه الأنواع تجمع حبوب اللقاح وتخزنها فى أوعية حضنه مستعملة abandoned cocoons والتى قد توسعها بطبقات إضافية من الشمع إلى أن تشكل إسطوانات بإرتفاعات قد تصل إلى ثلاث بوصات. وتنقل الشغالات حبوب اللقاح من وقت لآخر من هذه الأوعية المجورة لتغذى الحضنة فى شكل مخلوط سائل لزج من حبوب اللقاح وعسل. ولا تتغذى اليرقات مباشرة ولكن عن طريق فتحات صغيرة مؤقتة تحدثها فى أغطية عيون الحضنة larval cells حيث ترجع جزء من خليط العسل وحبوب اللقاح وتضعه بجانب اليرقات. دورة الحياة فى شكل (١٨، ١٩) خاصة بمخزنات حبوب اللقاح

٢- **الطريقة الثانية:** تمثلها مجموعة من الأنواع يطلق عليها بصانعات الجراب أو الأكياس pouch-maker species حيث تبنى الملكات والشغالات عدد من الجراب الشمعية الخاصة قريبا من مجموعة اليرقات وتملئها بحبوب اللقاح. أحيانا قد تغذى صانعات الجراب يرقاتها بالترجيع regurgitation والتى بعضا منها تصبح ملكات.



بعد التغذية تعمل الملكة على إضافة شمع لتغطية فتحات التغذية وبـــذا تظـــل اليرقات معزولة تماماً وبعد نحو عشرة أيام تغزل اليرقات شرانقها وتعـــذر. وهنـــا تزيل الملكة الشمع المحيط بالشرانق وتستخدمة فى عمل عيون حضنـــة egg cells جديدة. وبعد نحو عشرة أيام أخرى تخرج الحشرات الكاملة للنحل. وتستغرق الفترة من وقت وضع البيض وظهور الحشرات الكاملة نحو ثلاثة أسابيع ولكـــن تختلـــف طول فترات النمو بإختلاف درجة الحرارة المحيطة والغـــذاء المتـــاح. وتســـتعمل الشرانق الفارغة التى خرج منها النحل فى تخزين الرحيق وحبوب اللقاح وقد تبنـــى أيضاً خلايا شمعية لتخزين الغذاء فقط.

عقب خروج المجموعة الأولى من الحشرات والتى يكـــون جميعـــها شـــغالات تساعد الملكة فى توسيع العش والعناية بالحضنة الجديدة. فعندما تبلغ تلك الشـــغالات من العمر ٢-٣ أيام تبدأ فى تغذية اليرقات التى فقست فى المجموعة الثانيـــة مـــن البيض التى وضعته الملكة وعندما يصبح عمرها ٣-٤ أيام يخـــرج بعضـــها إلـــى الحقل للرعى (جمع حبوب اللقاح والرحيق). وفور بدء الشغالات للخروج بإنتظـــام لجمع الغذاء بكمية كافية تتوقف الملكة عن أ داء هذه المهمة وتبقـــى فـــى عشـــها وتستمر فى وضع البيض وحضانته وتغذية الحضنة.

حجم أفراد المجموعة الأولى من الشغالات التى تنتجها المستعمرة يكـــون فـــى المتوسط أصغر من الدفعات المنتجة بعد ذلك بسبب أن مجموعة تلك الشغالات أثناء المراحل اليرقية تلقوا فقط عناية من الملكة وتلقوا إنتباه وعناية أقل من الأفراد التـــى تربى بعد ذلك على أيدى الشغالات. فمع نمو المستعمرة تتوفر شغالات أكثر للعمـــل الحقلى والعناية بالحضنة ويشاهد تبعاً لذلك شغالات أكبر حجماً. ومع ذلك ـــ خاصة فى بعض الأنواع ـــ تنتج بإستمرار شغالات صغيرة فـــى الحجـــم نتيجـــة بعـــض الأسباب منها كمية الغذاء الذى تتلقاه قد يكون أقل من العادى.

إن حجم النحلة هامة فى تحديد الأعباء التى تلقى على عاتقـــها. حيـــث تميـــل شغالات نحل البامبل أولاً لأداء أعمال داخل العش فقط ثم تتجه بعـــد ذلـــك لجمـــع الغذاء من الخارج. ولكن تبدأ الشغالات الأكبر حجماً فى جمع الغذاء من الخـــارج

في مرحلة مبكرة من العمر مقارنة مع الشغالات الأصغر حجماً. وحتى عندما يبدأ النحل الأصغر فى السعى الحقلى فإنه يفعل ذلك بمعدل أقل مما تفعله الشغالات الأكبر حجماً. ولتأثير حجم الشغالة على مهنتها ميزة. حيث يكون للنحلة الأصغر حجماً القدرة على الحركة بين الممرات الضيقة المعقدة لأقراص نحل البامبل بسهولة ويسر أكثر من النحل الأكبر حجماً. كما يمكن للنحل الأكبر حجماً جمع رحيق أكثر وأحمال لحبوب اللقاح أكبر وإرتشاف رحيق بسرعة أكبر من النحل الأصغر حجماً. يتحدد نمط الغذاء الذى يجمعه نحل البامبل أساساً على إحتياجات المستعمرة التى تعتمد كمية ونمط الغذاء الموجود بها على كمية الحضنة النامية. ومع ذلك يجمع النحل الساعى الأكبر حجماً large foragers حبوب لقاح عبر رحلات أكبر نسبياً عن النحل الأصغر ونتيجة لهذا فإنه من المحتمل أن تكون الشغالات الأكبر حجماً أكثر فاعلية كملقحات.

عندما يشتد إزدحام المستعمرة يزداد معدل بناء عيون الحضنة egg cells — وعموماً — يتوافق زيادة عدد البيض الذى تضعه الملكة مع عدد العيون الشمعية للشرانق numbe of cocoons فى المجموعة التى تبنى عليها عيون أو خلايا الحضنة. وبهذه الطريقة ينضبط عدد البيض الموضوع مع عدد الشغالات التى ستكون متاحة للعناية بهم عقب فقس البيض ومع تراكم الحضنة ومع وجود شغالات أكثر ينمو قرص comb العش لاعلى وللخارج ويأخذ تقريباً الشكل الكروى عندما ينظر إليه من أعلى.

يختلف حجم مستعمرة نحل البامبل عند ذروة النمو فى نهاية الصيف فى الأنواع المختلفة وقد يوجد إختلاف هام داخل النوع. فقد تحتوى المستعمرة الكبيرة. التى يبلغ إطار التربية فيها ١٥-٢٣سم فى القطر على ١٥٠ إلى ٤٠٠ نحلة. بينما تحتوى المستعمرة الصغيرة التى يبلغ إطار التربية فيها نحو ٨سم على ٣٠-٤٠ نحلة فقط. وأكبر تعداد لمستعمرة نحل البامبل سجل للنوع *Bombus medius* فى غابة إستوائية فى المكسيك حيث إحتوت على ٢١٨٣ شغالة. وقد يرجع ذلك لطول فصل النمو مقارنة بما هو متاح فى المناطق المعتدلة.

مع إقتراب الخريف يبدأ نمو المستعمرة فى التوقف وتبدأ فـــى إنتــاج ذكــور وملكات. ويبدو أن توقف المستعمرة يتحكم فيه عوامل داخلية endogenous factors. على سبيل المثال الأنواع المستوردة من الــ *Bombus* فى نيوزيلند تنشط أفرادها فى جميع أوقات السنة، والملكات الفرادى solitary queens يمكنها أن تواصل كل منـها فى بناء عشها لفترة قد تصل إلى ٩ أشهر فى العام. وأحياناً تمضـــــى المســتعمرة الشتاء وتصل لحجم غير طبيعى. وبالرغم من ذلك تتوقف مســــتعمرات نيوزيلنــد عن إنتاج الشغالات عقب تربيتها لملكات.

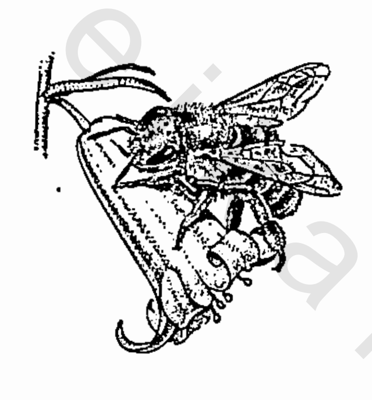
مرة أخرى ــ تنتج الملكات والذكور وقت ذروة نمو المستعمرة. وتنتـــج الذكــور من بيض غير ملقح ولكن تنتج الملكات مثل الشغالات من بيــض ملقــح وهــى تشـبه الشغالات من الخارج ما عدا أنها أكبر حجماً. تترك الذكور أعشاشها عندما يبلغ عمرهـا عدة أيام ولا تعود ولكن تعمل فى الحقل لسد إحتياجاتها الغذائية. بينما تعمــل الملكـات الصغيرة فى الحقل لأجل المستعمرة التى تربت فيها. وتستمر فى جمع الرحيق وحبـوب اللقاح حتى بعد زواجها. وأثناء إتصال الملكة الصغيرة بالمســـتعمرة الأم تخــزن فــى أجسامها أجسام دهنية تشكل مخزون غذائى أثناء الشتاء وفى نهاية لحظاتها بالمســتعمرة تملأ معدة العسل الخاصة بها وتترك العش الأم وتذهب للبيات الشتوى كملكة ملقحة.

يختلف سلوك التزاوج بين أنواع الــ *Bombus*. فى بعض الأنواع تحوم الذكور حول مداخل الأعشاش فى إنتظار خروج بعض الملكات الصغار. وفى أنواع أخرى يختار الذكر موضع بارز مثل عمود سور أو زهرة ويتبادل الوقوف عليها ويحــوم فوقها ويطارد أى شئ يمر يشبه الملكة فى الطيران. وتنشئ ذكور مجموعة ثالثــة من الأنواع خطوط طيران تعلمها على فترات ببقع ذات رائحة تمثل سائل من الغـدة الفكية mandibular gland تنشرها على عدة مواقع بطول الطريق وتغـير الذكــور المواقع من يوم لآخر. وقد يحدث تداخل بين مواقع عدد من الذكور. المهم ــ تطـير الذكور حول أو بالقرب من تلك المواقع ساعة بعد ساعةٍ ويوماً بعد يــوم منتظــرة إقتراب الملكات حتى تتزاوج معها. عند دخول الملكة الملقحة فى بياتها الشتوى تعد لنفسها حجرة خاصة فى التربة وتبقى إلى الربيع لتخرج وتبنى مستعمرة جديدة.

تختلف الملكات عن الشغالات فقط فى الحجم الأكبر ونمو المبايض فى الأولى. ومن الشائع وجود أفراد بينية بين الطبقتين. كما يوجد أيضاً إختلاف كبير فى الحجم داخل طبقة الشغالات. وفى قليل من الأنواع الشغالات الصغيرة لا تطير بالمرة ولكن ترتبط بأعمال المستعمرة الداخلية. وفى بعض الأنواع توجد حارسات للعش من شغالات خاصة ذات مبايض نامية نسبياً.

٢- القيمة كملقح Value as pollinator:

ينظر إلى نحل البامبل كواحد من أكثر الملقحات كفاءة لمحاصيل كثيرة. ولكنه ذات قيمة خاصة فى تلقيح الأزهار التى يساعد فيها كبر حجمه فى نقل حبوب اللقاح أثناء زيارته للمواقع المنتجة للرحيق nectaries [مثل *Gossypium* spp. وأصناف معينة من أشجار الفاكهة] أو تلقيح الأزهار ذات الكورولا الأنبوبية التى تحصل منها الحشرات ذات الألسنة الطويلة long tongues فقط على الرحيق



(شكل ٢٠) بعض أنواع نحل البامبل سارقات للرحيق. هنا نشاهد إحداها تثقب قاعدة زهرة الجرس الأزرق للحصول على الرحيق دون أن تحمل حبوب لقاح.

(مثل *Vicia faba, Trifolium pratense*) ومع ذلك أنواع أخرى مختلفة من نحل البامبل ذات الألسنة القصيرة short-tongued species (مثل *B.lapidarius*, *B.lucorum* (شكل ٢٠) و *B.terrestris* فى أوروبا و *B.affinis* و *B.terricola* فى

أمريكا الشمالية) لا تستطيع أن تصل ألسنتها للرحيق عند دخولها فى أنابيب الكورولا الطويلة ولذا تحصل على الرحيق خلال فتحات تحدثها فى قواعد الأزهار وبذا فهى أقل قيمة كملقحات لبعض الأنواع النباتية مقارنة بالأنواع ذات الألسنة الطويلة.

تظهر مشكلة طول ألسنة نحل البامبل فى تلقيح البرسيم الأحمر red clover *(T.pratense)* حيث ينتج النبات رؤوس زهرية. وتتكون كل رأس زهرية من ٥٠ إلى ٢٠٠ زهرة بمتوسط ١٤٠ زهرة. تتفتح الأزهار فى ترتيب تصاعدى من القاعدة إلى القمة وتحوى الرؤوس الطرفية أزهار أكثر من الرؤوس التى تنمو بعد ذلك. كما تظهر خلال فترة الأزهار فى الرؤوس الزهرية فى نباتات الحشة الثانية أزهار أكثر مما تحمله رؤوس الحشة الأولى. ويأخذ الرأس الزهرى من ٦ إلى ١٠ أيام لكى تتفتح جميع أزهاره وتستغرق من فترة تزهير النبات الفرد عدة أسابيع.

هناك قليل من الحشرات خلاف نحل العسل ونحل البامبل تقوم بتلقيح أزهار البرسيم الأحمر. وبالرغم من تردد كثير من حرشفيات الأجنحة على أزهار النبات إلا أنها غير قادرة على الضغط على البتلات الزورقية حتى يتم التلقيح والحشرات التى سجل بأنها تمتلك القدرة على تلقيح الأزهار تشمل *Andrena wilkella, Melissodes* spp., *Tetralonia* spp., *Megachile* spp.

وتعتبر أنواع نحل البامبل الطويلة الألسنة ملقحات مثالية لتلقيح أزهار البرسيم الأحمر حيث يساعد ثقل الحشرة على تفتح البتلات الزورقية وقدرة لسان الحشرة فى الوصول إلى قاعدة الزهرة الأنبوبية حيث منابع الرحيق. وظهرت فاعلية هذا النوع من النحل فى إنتاج بذور البرسيم عند إدخاله فى نيوزيلند حيث إزدادت المساحات المنزرعة بالبرسيم سريعاً. ووجد علاقة شديدة بين تكوين البذور وعدد النحل الطويل اللسان مثل *B.ruderatus, B.agrorum, B.horrorum, B.lapidarius* ولم تظهر هذه العلاقة مع أعداد النحل فى الأنواع قصيرة اللسان مثل *B.lucorum, B.terrestris*.

لسوء الحظ ـ بعض أنواع نحل البامبل القصير الألسنة (٤,٥-٦,٥ ملم) مثـل الأنواع الأوروبيـة *B.terrestris, B.lucorum* والأنـواع الأمريكيـة *B.terricola, B.affinis* لا تستطيع الوصول إلى منابع الرحيق إلا بقرض قواعد الأزهار الأنبوبية وتدخل ألسنتها القصيرة للحصول على الرحيق وتعرف مثل تلك الحشرات بالسالبات أو اللصوص الرئيسية "primary" robbers وتهتدى شغالات نحل العسـل وأنـواع أخرى من نحل البامبل لهذه الفتحات الذى أعدها نحل البـامبل القصـير اللسـان وتحصل على الرحيق من تلك الفتحات وتعرف هذه الأنواع بتوابـع اللصـوص أو السالبات الثانوية "secondary" robbers ويشار إليها أحياناً بالنحل الغـير إيجـابى "negative" bees عكس النحل الإيجابى الطويل الألسنة "positive" bees الذى يدخل الأزهار ويلقحها.

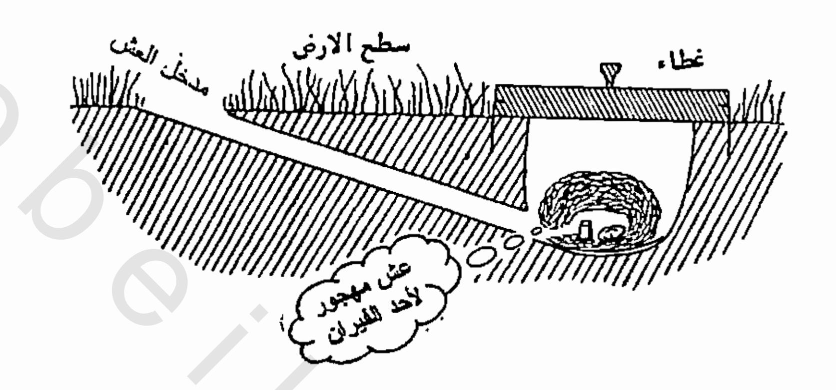
إن الإضرار بقواعد الأزهار لا يفقد الزهرة على إنتـاج البـذور ولا يسـتبعد تلقيحها بنحل آخر. ونظراً لعادة سرقة رحيق الأزهار المرتبطة بنحل البامبل قصير اللسان يعتبر هذا النحل ملقحات أقل كفاءة من نحل البامبل الطويل اللسـان. فعنـد تقفيص نحل البامبل القصير اللسان مع قطاع صغير من البرسيم نتـج عنـها ١/٣ الإنتاج البذرى الذى يشاهد مع نحل البامبل الطويل اللسان أو نحل العسـل. وإلـى جانب فشل نحل البامبل القصير اللسان فى تلقيح الأزهار تمكن عادته فـى قـرض الأزهار نحل العسل من الحصول على الرحيق من الفتحات التى يحدثها فى قواعـد الأزهار. ووجدت علاقة بين عدد نحل البامبل السارق وعدد نحل العسل السـارق. وهى علاقة عامة فى أوروبا ولكن فى نيوزيلند الوضع مختلف. فبـالرغم أن ٩٣% من نحل البامبل للقصير اللسان يسطو على الرحيق بطريق غير مشـروع إلا أنـه يندر أن يجمع نحل العسل ونحل البامبل الرحيق من خلال الفتحات المقروضة فـى الأزهار ووجد أنه يمكن إبعاد النحل السارق القصير اللسان عن نباتـات البرسـيم الأحمر بزراعة نبات بقولى آخر مثل *Phaeolus vulgaris* أو *Vicia sativa* بـالقرب من المحصول.

بالرغم من أن نحل البامبل عموماً ملقحات فعالة إلا أن عشائرها تعتبر قليلة جداً لتلقيح مساحات كبيرة من المحاصيل الزراعية. بالإضافة إلى ذلك ـ تظهر أعداد عشائر النحل تذبذبات غير متوقعة من مكان لمكان ومن سنة لأخرى. وعلى ذلك عندما تكون عشيرة نوع ما ذات وفره نسبياً فى سنة قد تكون نادرة فى سنة أخرى. علاوة على ذلك ـ يعتقد أن عشائر نحل البامبل أنخفضت خلال السنوات الحديثة لأن الزراعة المكثفة جداً فى الأرض الزراعية دمرت أماكن الأعشاش والبيئات الطبيعية كما أن إستخدام مبيدات الحشائش سمم ودمر الأزهار البرية التى يعتمد عليها نحل البامبل فى إمداداته الغذائية خاصة فى الربيع وأدى إستخدام مبيدات الحشرات إلى قتل أفراد النحل التى تعمل فى الحقل. لذا وضعت مقترحات لبيان كيفية زيادة عشائر نحل البامبل. ومن التوصيات للمزارعين زراعة قطاعات صغيرة بأزهار منتجة للرحيق لسد إحتياجات المستعمرات أثناء أزمنة الندرة مع ترك مساحات قليلة غير منزرعة لكلى يتخذها النحل للبيات وعمل الأعشاش.

٣- مواقع الأعشاش الصناعية Artificial nest sites:

أقام كثير من البحاث مواقع إقامة صناعية لإسكان نحل البامبل ويطلق على مواقع الإقامة هذه domiciles وذلك بغرض زيادة عشائر نحل البامبل فى منطقة تحتاج إليه كملقحات أو للحصول على مستعمرات يمكن نقلها لتلقيح المحاصيل فى مكان آخر. ونظراً لأن الأنواع المختلفة من نحل البامبل عادة ما تفضل أنواع مختلفة من الأزهار. ونظراً لأن بعض الأنواع تمثل ملقحات مفيدة أكثر لمحاصيل معينة عن محاصيل أخرى لذا فإن الهدف النهائى هو إختيار أنواع وإستئناسها لتلقيح محاصيل مختلفة أو إختيار سلالات سهلة الإستئناس بوجه خاص.

Sladen عام ١٩١٢ هو أول من أقام الأعشاش الصناعية لزيادة عشائر نحل البامبل. تكون العش من حفرة بعمق نحو ٣٠سم تحوى مادة العش من حشائش وأحبال ومغطاة بغطاء سهل رفعه. تتصل قاعدة غرفة الحفرة بإنبوبة مائلة بإتساع ٢,٥سم تصل الغرفة بسطح الأرض (شكل ٢١)، وبالرغم من أن نحو ٢٦% من



(شكل٢١) مسكن تحت سطح الأرض لجذب لحل البامبل للمعيشة فيه (عن sladen، ١٩١٢)

هذه الأعشاش إحتلت بواسطة ملكات النحل إلا أن كثير منها لم يستقر فيها النحل لزيادة الرطوبة وإحتلال مفصليات أرجل أخرى وفيران للعش ثم تطور العش ليتكون أساساً من صفيحة معدنية بغطاء والتى تدفن كاملة فى التربة ويخرج من قاعدة الصفيحة إنبوبة تصل إلى سطح التربة. ويوضع فى الصفيحة بقايا عش فأر ووجد أن ٤٧% من تلك الصفائح تم إحتلالها بواسطة ملكات النحل ولكن تكون فى ١٧% منها فقط مستعمرات كاملة.

الأعشاش الصناعية السابقة الذكر كانت لجذب الأنواع التى تبنى أعشاشها تحت الأرض. تطور الأمر بعد ذلك لإستخدام أعشاش صناعية على سطح الأرض. تكونت هذه الأعشاش من صناديق خشبية ذات فتحة دخول فى أحد الجوانب. ونظراً لأن نحل البامبل ينجذب بوجه خاص إلى أعشاش الفيران المهجورة. أدخل أولاً فى كل صندوق فأر وقش وبعض الحبوب ثم عزلت الفيران بعد فترة وأدى هذا العمل إلى إحتلال نحل البامبل لنحو ٤٠% من هذه الصناديق ولكن إنخفض تعداد مستعمرات هذه الصناديق فى الأعوام التالية إلى نحو٣,٧%.

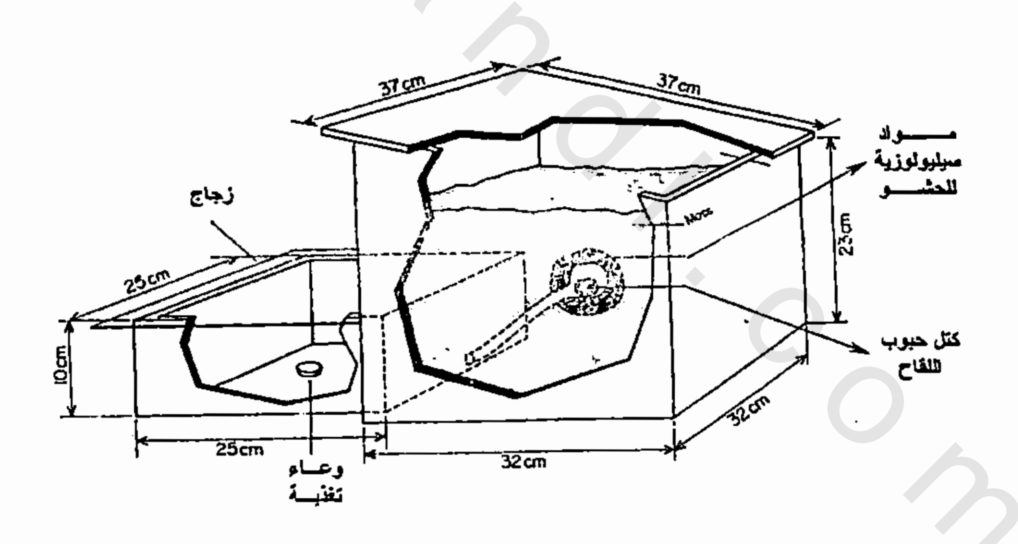
أمكن تحسين الطريقة السابقة بوضع قطن تنجيد فى الصناديق الخشبية حيث وجد أن نحل البامبل يقبل القطن مباشرة دون إدخال فيران أولاً. كما حول بعض من تلك الصناديق للاستخدام تحت الأرض مع إيصال قاعدة الصندوق (بقطعة من الخرطوم البلاستيك) بفتحة دخول على سطح الأرض ووجد فى بعض التجارب أن الملكات إستقرت وكونت مستعمرات فى ٥٠% من الصناديق الموضوع فوق سطح الأرض ووصلت نسبة قبول الصناديق المدفونة أرض فى المراعى إلى ٧٠%.

٤- الأعشاش المعملية **Laboratory domiciles:**

إتجاه آخر تم الوصول إليه لحل مشكلة زيادة عشائر نحل البامبل المحلية عن طريق إدخال ملكات إلى عش فى صناديق ذات تحضير خاصة فى المعمل إلى الحد التى تصبح فيه المستعمرات كبيرة بدرجة كافية ويمكن أخذها للمحاصيل المحتاجة إلى تلقيح. ومن سوء الحظ تحقيق بدأ المستعمرة عادة صعب حتى عند إمداد الصناديق بحبوب اللقاح والرحيق ومادة العش.

Frison عام ١٩٢٧ كان أول من حقق بعض من النجاح فى تربية الحشرة فى المعمل. حيث قسم صندوق العش إلى حجرتان (شكل ١٩) أحدهما كان لها غطاء من الزجاج وتحتوى على عسل . والحجرة الأخرى تم تبطينها بعدة طبقات من

القماش المغطى بالشمع وإحتوت الحجرة على كوب شمع صناعى وكريـــات مــن حبوب اللقاح. وعن طريق إدخال فقط الملكات التى تبدى إستعدادا لبدء المستعمرات تحصل Frison على بيض نحل البامبل فى ٧٠% من الصناديق التى أعدها ولكــن نجاح تربية المجموعة الأولى من اليرقات كان فقط فى ٣٢% من الصناديق. جــاء بعد ذلك Hasselrot فى الفترة من ١٩٥٢ إلى ١٩٦٠ الذى إستخدم أيضا صنـــاديق ذات حجرتين واحدة للغذاء والأخرى للعش (شكل٢٢).



(شكل ٢٢): المسكن الذى أعدة Hasselrot عام ١٩٥٢

لتشجيع نحل البامبل على بناء مستعمراته.

ملئت حجرة العش بطحالب، وأشنات moss فيما عدا المركز الذى يحوى لبادة كروية من السليلوز فى وسطها حبوب لقاح طازجة. وخلال عدة سنوات ٧٥% من ١٩٠ ملكة إستخدمها إستقرت فى الصناديق وكونت مستعمرات ونمت بعض من تلك المستعمرات بدرجة كبيرة جدا. وأنتجت إحدى مستعمرات *B.terrestris* ١٥٠٠ نحلة٤٨٨ منها كانت ملكات.

لقد عزل كلا من Frison و Hasselrot الملكات فى الصناديق عزلا جيدا ويبدو أن ذلك شكل واحد من أسباب النجاح بالحفاظ على درجة حرارة عالية كافية داخل الصناديق. لذا راعت التجارب الجديدة على حفظ درجة حرارة العش على ٢٩ °م. إن تربية مستعمرات البامبل تحت ظروف الأسر يمكن أن تلعب دورا هاما فى تلقيح النباتات ويتبقى إيجاد طريقة عملية للتربية المستأنسة لنحل البامبل.

٥- البيات الشتوى الصناعى Artificial hibernation:

أجريت محاولات لكى تبيت ملكات البامبل بياتا شتويا صناعيا بهدف الحصول على ملكات خالية من الأمراض فى الربيع وخاصة على ملكات خالية من النيماتودا *Sphaerularia bombi* وللحصول على تحكم كامل للمستعمرات عن طرق حبس الملكات والمستعمرات فى أقفاص وصوب زجاجية glasshouses. وإذا حالف ذلك النجاح سيكون لهذا النجاح ميزة تربية نحل البامبل لعدة أجيال فى نفس السنة وسيكون إنتاج مستعمرات نحل البامبل مستقلا عن العشيرة الطبيعة. خاصة وأنه عرف عن نحل البامبل بأنه يتزاوج ويخرج للبحث عن الغذاء forage فى الأسر وبذا لا تمثل تلك الأنشطة أية مشاكل. وبعيدا عن بدء المستعمرة شكل البيات الصعوبة الأكبر وأمكن الآن انتغلب على الكثير من المشاكل وأمكن الحصول على نسبة كافية من الملكات التى تعايش الشتاء صناعيا مع تطلع إلى إنطلاق ذلك إلى وضع عملياً.

أمكن لـ Horber عام ١٩٦١ أن يبيت ملكات نحل البامبل فى أوعية صغيرة من الألومنيوم الممتلئة بـ vermiculite وحفظ تلك الأوعية على ١ °م. وسمح للملكات

التى عايشت ظروف البيان هذه بالطيران فى بيت زجاجى إحتوى على صناديق تربيـة وأمكن للملكات تشيد مستعمراتها عندما تراوحت درجـة الحـرارة بيـن ٢٥-٣٥ °م. وأمكن تربية نشئ أحد هذه الملكات فى الأسر لخمسة أجيال متتالية. التجارب التى تلت ذلك عملت على تعقيم أرضية البيوت الزجاجية بالهواء الساخن وإمداد صناديق التربيـة بالطحالب الجافة والحشائش والقطن والألياف الحريرية وشعر الجياد.

لقد أمكن الحصول على بعض النجاح فى السنوات الأخيرة فيما يخص البيـات الشتوى للملكات وبدء المستعمرات colony initiation وللوصول إلى طريقة مفيـدة فإنه من المهم أن يستطيع الآخرون بقليل من المهارة تكرار الطريقة. وربما عـدم التأكيد الذى يصاحب كثير من طرق تأسيس مستعمرات نحل البامبل يرجع أساسـاً لعدم الإلمام الكامل بعوامل أساسية مرتبطة بنمو مبيض الملكة والبحث عن العـش وبدء المستعمرة وسنتغلب على المشاكل المختلفة عندما يقدم البحث معلومات أكثر.

وحتى عند إستقرار النحل بنجاح فى المعامل أو صناديق الأعشاش هناك الكثير من المشاكل يجب التغلب عليها عند نقلها إلى المواقع التى فى حاجة إلى النحل حيث تحتاج عملية النقل إلى عناية دقيقة حتى لا تهجر الملكات أعشاشها. كما يجب إمداد الصناديق بألوان مميزة حتى لا ترتبك الملكات أو الشغالات عند العودة من العمـل وتدخل فى عش آخر خطأ وتدخل فى شجار مميت. ويجب أن تكون الصناديق ضـد المياه وتمنع إرتفاع درجة حرارة العش كثيراً. ويجب حمايـة المسـتعمرات مـن الأعداء والتى منها نحل البامبل الطفيلى *Psithyrus* isp. والثدييات الصغيرة وعديـد من الطفيليات. وفى الحقيقة مستعمرات الصناديق أكثر حساسية من المسـتعمرات المتواجدة طبيعياً حيث أن الأولى أكثر سهولة فى إكتشاف الأعداء لها.

لقد تحسن فى السنوات الأخيرة إنتاج مستعمرات نحل البامبل لاستخدامها فـى تلقيح المحاصيل على المستوى التجارى وما زال هناك الكثير حتى يمكـن إنتـاج أعداد كافية إقتصادية من نحل البامبل وبطريقة أكثر سهولة ولقد قطعت كندا شـوطاً كبيراً فى هذا المجال ويمكن أختبار الطرق التى وصلت اليها فى بلاد أخرى.

٦- إستيراد الأنواع النافعة Importing beneficial species:

لازال هذا الميدان على المستوى العالمى فى حاجة إلى مزيد من الكشف سواء بالنسبة لنحل البامبل أو لحشرات ملقحة أخرى وبالطبع لازال أمامنا الكثير فى مصر حتى يمكن أن نلجأ إلى هذا الميدان ومن باب أولى أن نعتنى بما نملك من مستعمرات نحل العسل ونقيها من الأمراض مثل التى دخلت إليها حديثا (الفاروا ومرض الحضنة الطباشيرى) ونتعرف على أنواع النحل الأخرى المحلية التى يمكن الاستفادة منها. أولى محاولات الإستيراد كانت فى عام ١٨٨٥-١٨٨٦ عندما إستوردت نيوزيلند ملكات نحل بامبل من بريطانيا وأمكن لها الإستيطان وأدت إلى زيادة كبيرة فى إنتاج بذور البرسيم *Trifolium pratense*. ومن سوء الحظ الثلاث أنواع من نحل البامبل الآن وهى *B.terrestris, B.ruderatus, B.subterranseus* ليست بين أكثر ملقحات البقول أهمية كما أن إقتراح إستيراد أنواع جديدة يرفض دائما خوفا من دخول مرض الأكارين acarine disease الذى يصيب نحل العسل رغم أنه لم يعرف أن نحل البامبل يصاب بحلم يصيب نحل العسل. على أية حال، يمكن عند الإستيراد التغلب على نقل الحشرات لبعض أنواع الحلم عن طريق إستيراد الأطوار الغير كاملة للأنواع النافعة وإطلاقها فى محميات زراعية لدراسة سلوك الحشرات الكاملة أثناء زيارتها للنوع النباتى المطلوب تلقيحه للتأكد من فاعلية الحشرة المستوردة.

نظريا ـ يبدو أنه من المهم إستيراد الأنواع الطويلة اللسان المعروف عنها بأنها ملقحات هامة حتى لو وجدت أنواع أخرى فى المنطقة لأنه بالتأكيد ستزدهر عشائرها لغياب الأعداء الطبيعية لها فى المنطقة الجديدة وإذا أختيرت بعناية قد تتنافس بنجاح مع أنواع البامبل الأخرى الأقل فائدة.

يبدو من قائمة الحشرات المصرية (شلبى ١٩٥٨)، أنه لا توجد فى مصر كثير من أنواع النحل الإجتماعى خلاف نحل العسل الملقحة للأزهار خاصة التابعة للأجناس *Bombus , Melipona, Trigona* ويرى المؤلف أن نقل بعض من تلك الأنواع (عند الضرورة) التى يمكن أن [illegible]يش الظروف المصرية عبر إجراءات

حجر زراعى صارمة يمكن أن تزدهر عشائرها فى مصر وتساعد إلى جانب نحل العسل فى تلقيح المحاصيل الزراعية. إن نقل بعض أنواع تلك الأجناس خالية من أمراضها أو آفاتها المتاحة فى موطنها الأصلى سيرفع بالتأكيد عشائرها وتزداد فائدتها ولكن هذا الميدان يحتاج مزيد من الدراسة ويجب أن يخضع قرار الإستيراد بعد ذلك إلى هيئة علمية ذات سيادة فى إتخاذ قرار جلب أو عدم جلب مثل تلك الأنواع.

سادسا: إستخدام النحل الغير لاسع كملقحات Using stingless bees as pollinators:

يأخذ النحل الغير لاسع Stingless bees (Apidae: Meliponini) إسمه فى حقيقة أن آلات اللسع stings مختزلة ولا يمكن للنحل أن يستخدمها فى الدفاع عن نفسه ومع ذلك لشغالات معظم الأنواع القدرة فى الدفاع عن أعشاشها عند إقتراب الإنسان منها حيث تحوم حول جسمه وتعض الجلد وتشد الشعر بصورة مؤلمة. وتقذف مجموعة النوع *Trigona flaveola* فى أمريكا الإستوائية أيضا سائل حارق من فكوكها العليا لذا يطلق عليها فى البرازيل catafogos وتعنى خارجات النار fire defecator كما أن لديها القدرة فى الدفاع ضد غرباء العش من الحشرات الأخرى مثل النمل المسلح.

يوجد النحل الغير لاسع meliponines فى المناطق الإستوائية وتحت الإستوائية حول العالم. سجل نحو ١٨٣ نوع من المناطق الإستوائية فى العالم الجديد و ٣٢ فى أفريقيا و ٤٢ فى آسيا و ٢٠ فى أستراليا. وضعت الأجناس المعروفة للنحل الغير لاسع فى ٢١ جنس تحوى أنواعا مختلفة ووضعت حديثا فى tribe (Meliponini). وأكثر الأجناس أهمية هى *Trigona* , *Melipona*. يتكون الـ *Melipona* من نحو ٥٠ نوع يقتصر وجودها فى الإستوائيات الجديدة neotropics وهى ذات أنظمة إتصال أكثر تعقيدا وذات قدرة على التلقيح الإهتزازى buzz pollination (أى تخرج حبوب اللقاح بهز أسدية الزهرة التى تحمل حبوب اللقاح فتنشق وتخرج خلال ثقوب خاصة). الـ *Trigona* أكبر وأكثر الأجناس إتساعا فى الإنتشار ويضم نحو ١٣٠ نوع فى نحو ١٠ تحت أجناس subgenera بما فيها النوع ال *Trigona sensu stricto* ومعظم النحل الغير لاسع الآسيوى.

النحل الغير لاسع مجموعة من النحل المتوسط الحجم وتشكل حشرات زائرة شائعة لأزهار النباتات الإستوائية وتحت الإستوائية وتأكيد أهميتها وفاعليتها فى تلقيح المحاصيل مازال غير معروف. ولكن تأكد فاعليتها كملقحات هامة لـ ٩ أنواع وقد تساهم فى تلقيح ما يقرب من ٦٠ نوع نباتى آخر ولكن لا توجد معلومات كافية لتحديد فاعليتها الإجمالية أو أهميتها.. وتظهر الحشرات تنظيماً إجتماعياً مختلف عن نحل العسل ونحل البامبل. مستعمرات النحل دائمة النشاط طوال العام perennial وعادة ما تتكون من مئات أو آلاف الشغالات.

المراجع الخاصة بدور النحل الغير تابع للجنس *Apis* فى تلقيح المحاصيل تذكر النحل الغير لاسع بإختصار أولاً تدرجه بالمرة. كما تناقش الكتب الخاصة بتلقيح المحاصيل بالحشرات هذا الموضوع قليلاً جداً. وربما يعكس هذا الإهمال نقص فى المعلومات ولا يرجع إلى عدم أهمية هذه الحشرات.

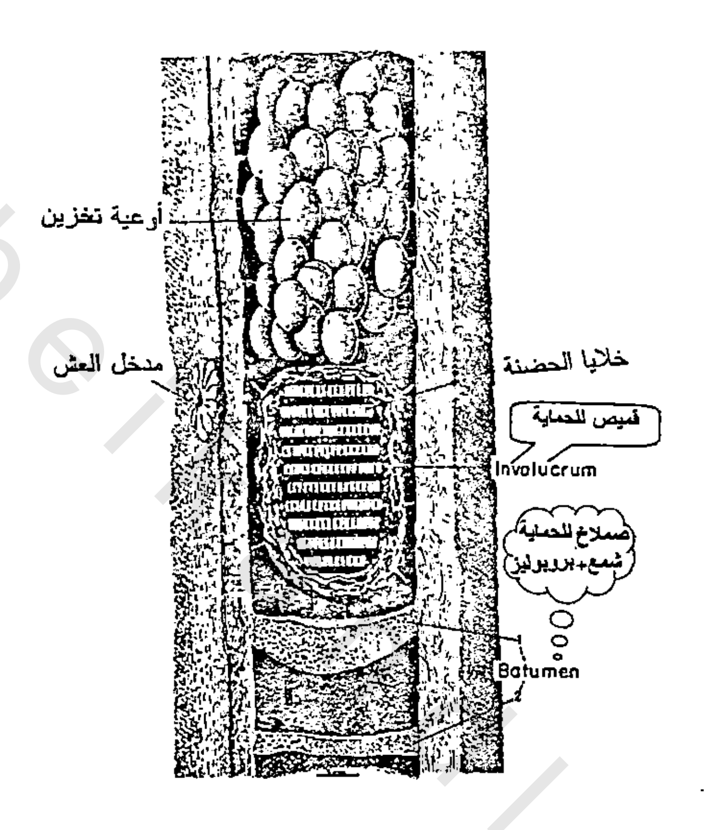
إستخدام وإدارة النحل الغير تابع للجنس *Apis* والحشرات الأخرى فى تلقيح الأزهار مهم وذلك لأن إعتماد الزراعة العالمية تقريباً على نحل العسل وقدرة نحل العسل محفوف بالمخاطر أو محدود نتيجة لعوامل مثل الـ Africanization والأمراض والطفيليات وإنخفاض فاعلية نحل العسل على بعض المحاصيل والحدود المناخية والضغوط الإقتصادية.

١- بيولوجى النحل الغير لاسع Biology of the stingless bees:

تتكون مستعمرة النحل الغير لاسع من ٥٠٠ إلى ٤٠٠٠ حشرة كاملة كما فى *Melipona* أو من ٣٠٠ إلى ٨٠,٠٠٠ فى حالة جنس *Trigona*. ويتراوح حجم







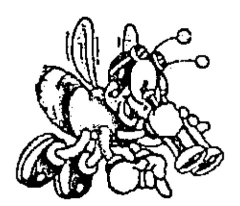
(شكل٢٣) عش نحل غير لاسع ***Melipona pseudocentris*** أقيم داخل تجويف شجرة. فى هذا النوع يحيط قميص الحماية إطارات حضنة مشيدة بعناية فائقة تحوى أوعية التخزين إما عسل أو حبوب لقاح ولكنها غير مميزة التركيب من الخارج.

الشغالات بين الأنواع المختلفة من الحجم الصغير (طول الجسم نحو ٢مم) إلى أحجام أكبر قليلا من نحل العسل. والبعض ذات جسم رفيع والبعض قوى البنية والبعض تقريبا بدون شعر ولامع والبعض غزير الشعر مثل نحل العسل.

وتوجد إختلافات مورفولوجية وسلوكية بين طبقات الملكـة والشـغالة والطبقـات الوسطية غائبة.

عش النحل الغير لاسع معقد وفريد ويختلف تبعا للأنواع. يتكون العش أساسـا من مجموعة داخلية من خلايا الحضنة brood cells قـد تدمـج أولا. تدمـج فـى إطارات وأوعية بيضية الشكل كبيرة لحد ما لتخزين العسل أو حبوب اللقـاح. قـد يحيط خلايا الحضنة غلاف ناعم يطلق عليه involucrum (صمـلاخ نـاعم) ذات ثقوب. كما توجد طبقة صلبة سميكة يطلق عليها بالصملاخ السميك batumen تحيط كلا من خلايا الحضنة وأوعية الغذاء. معظم أنـواع الـ melioponines تبنـى أعشاشها فى تجاويف جذوع أو أفرع الأشجار (شكل ٢٣) رغم أن البعض يعيـش فى أعشاش مهجورة للنمل أو النمل الأبيض. ولا تبدى قليل من الأنـواع تفضيـل خاص حيث تقبل أنواع كثيرة من الفراغات المجوفة وتنتشر عادة مثل تلك الأنـواع فى المدن فى المناطق الإستوائية. يختلف مداخل الأعشاش كثيرا من نـوع لآخـر. مدخل بعض النحل الغير لاسع ذات بناء بسيط ومدخل العش فى البعـض الآخـر بوقى أو قلبى الشكل. وتغطى بعض أنواع *Trigona* مدخل العش بمادة طازجة مـن البروبوليز اللاصق تعمل كمادة عائقة وطاردة مؤثرة ضـد أنـواع النمـل. تشـيد الأعشاش عادة من خليط بنى اللون مكون مـن شـمع وبروبولـيز يطلـق عليـه بالصملاخ cerumen. وتوضح الأشكال (٢٣-٢٥) أمثلة للإختلافات الكبـيرة فـى تعقد تراكيب الأعشاش. ولتفهم تركيب تلك الأعشاش وبيولوجى النحل الغير لاسـع دعنا نستعرض عدد من المصطلحات المتداولة.





مدخل العش

دهليز المدخل

قميص للحماية

Involucrum

خلايا

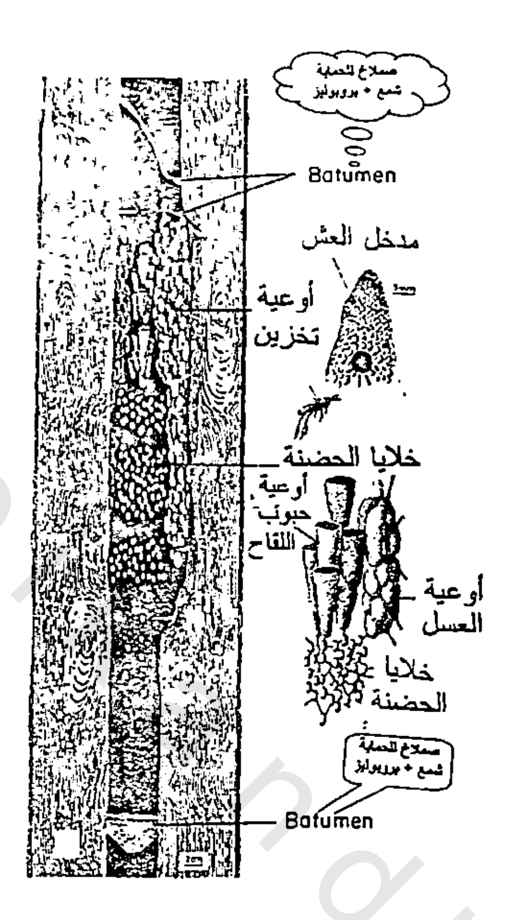
حضنة

أوعية تخزين

دهليز مهجور

(شكل ٢٤) عش أرضى لنحل غير لاسع *Trigona (Partamona) testacea*

- ***Batumen***: كلمة برازيلية تعنى جدار وهى طبقات حماية من البروبوليز وأحياناً تتكون من مادة نباتية وطين لعزل وعلق فراغ العش. ومن الشائع ما يتكون من شرائح جدارية batumen plates تغلق أجزاء من التجويف الطبيعى من فراغ العش ومن بطانة جدارية lining batumen وهى طبقة رفيعة من البروبوليز أو شمع وبروبوليز هش على جدر فراغ العش.
- ***Cerumen***: مادة بناء وهو خليط بنى اللون يتكون من شمع وبروبوليز يطلق عليه بالصملاخ والخليط الطازج يكون ناعم والقديم يكون عادة هش.
- ***Cells***: خلايا أو عيون لتربية الحضنة وهى ناعمة تتكون من شمع وبروبوليز وفى داخل كل عين يربى صغير واحد.
- ***Cluster (of cells or cocoons)***: مجموعة من خلايا الحضنة أو الشرانق مرتبطة بطريقة غير منتظمة أى لا تكون إطار (شكل ٢٥).
- ***Cocoon***: تركيب حريرى يغزل بعد تبرز اليرقة التامة النمو حول الجدار الداخلى للخلية التى تعيش داخلها اليرقة. وتعمل شغالات النحل على إزالة وإعادة إستعمال الصملاخ الذى شيدت به الخلية تاركة الشرنقة معرضة أثناء فترات ما قبل العذارى والعذارى.
- ***Comb (of cells or cocoons)***: طبقة الخلايا أو الشرانق السابق الحديث عنها قد تكون متراصة ومتلاصقة معاً فى ترتيب منتظم فيطلق عليها بالإطار.
- ***Entrance***: وتعنى المدخل. وهى الفتحة الخارجية للعش خاصة بدخول وخروج النحل.
- ***Involucrum***: قميص حماية وهو غلاف من صملاخ cerumen ناعم محيط بحجرة الحضنة ويتكون الغلاف الرقائقى laminate involucrum من عدة طبقات ذات فراغات بينها يستطيع النحل خلالها التحرك.
- ***Propolis***: البروبوليز هى راتنجات وشموع يجمعها النحل فى الحقل وتجلب إلى العش للأغراض الإنشائية خاصة لغلق الشقوق فى جدر العش.



(شكل ٢٥) عش لنحل غير لاسع *Trigona flavicornis* داخل تجويف جذوع شجرة. فى هذا النوع نمط العش مختلف عن *M.pseudocentris* حيث أوعية تخزين العسل مختلفة عن أوعية حبوب اللقاح. توجد خلايا الحضنة فى مجاميع غير منتظمة وليس فى إطارات.

- ***Storage pots***: هى أوعية يعدها النحل من الصملاخ الناعم لتخزين العسل فيطلق عليها أوعية عسل honey pots أو لتخزين حبوب اللقاح فيطلق عليها pollen pots.

- ***Wax***: مادة بيضاء شمعية يفرزها النحل وتخلط مع مواد أخرى لعمل الصملاخ.

بقى أن نعرف دورة حياة هذا النحل بإيجاز. فى الحقيقة درس دورة حياة عـدد قليل جداً من النحل الغير لاسع. عموماً ــ مستعمراته دائمة الحيـاة طـوال العـام perenial وتتزايد مستعمراته بالتطريد. تبدأ الدورة عندما تخرج بعـض كشـافات النحل وهى شغالات للبحث عن موقع ملائم وعندما تختار أحد تلك المواقـع تبـدأ الشغالات فى سد أية شقوق بالصملاخ والتى قد توجد حول فراغ العش الموجود فى جذع الشجرة أو فى الأرض ثم تعد مدخل العش. ثم تذهب تلك الشغالات إلى العـش الأم وتنقل منه مادة البناء الأولى وترجع إلى العش الجديد ومعها عدد آخـر مـن الشغالات وتشيد قميص للحماية داخل فراغ العش كما تقيم الأعمدة والأوعية وعندما تبدأ فى عمل خلايا الحضنة brood cells تحتاج لكميات أكبر من الصمـلاخ التـى تجلبها من العش القديم وتحمل الشغالات هذه المادة فى سلال حبوب اللقاح المكونـة من شعرات طويلة على سيقان الأرجل الخلفية كما تنقل أيضاً تلك الشغالات عسـل وحبوب اللقاح من أوعية العش الأم. وتنقل هذه الأغذية فى حوصلاتها فى صـورة سائل لزج ترجعه فى أوعية العش الجديد وهى بهذا تعد مسـكن جديـد وتجـهيزه بالأساس والغذاء إستعداد لقدوم الملكة الجديدة وبهذا يشاهد تواجـد رابطـة قويـة طبيعية بين عش الأم وعش الإبنة mother and daughter nests.

فى هذا الوقت تكون الملكة الصغيرة لازالت فى حمـى عـش الأم بواسـطة الشغالات كما فى حالة *Plebeia emerina* التى تمنع خروجها وتجـهيز الشـغالات فتحة الخروج من العش لكى تسمح فقط بمرور الشـغالات ولا تسـمح بـالعروس الجديدة "الملكة" وتقتل باقى الملكات الأخرى الصغيرة. وبعد إكتمـال بنـاء العـش الجديد وتجهيزه يحدث إهتياج داخل العش الأم وقد يستمر لثلاث ليال ويشتد نشـاط الشغالات عند مدخل العش. وأخيراً توسع الشغالات فتحة الخروج لتتسـع للملكـة الجديدة ويصاحب الملكة فى الطيران إلى العـش الجديـد عـدد مـن الوصيفـات (شغالات) والذكور وبعد إستقرار الملكة فى عشها الجديد لعدة أيام قليلة تخرج مـع عدد من الذكور فى رحلة زفاف قد تستغرق فى بعض الأنواع نحو ٤,٥ دقيقة. عنـد عودة الملكة تبدأ الشغالات فى تنظيف مهبلها من آلة سفاد الذكر التـى تبقـى فـى

داخليا عند العودة. وحقيقة طيران الذكور drones خارج العش الجديد تعنى أن التزاوج يحدث فى الهواء الطلق لتجنب التربية الداخلية.

ويلاحظ بعض الإختلاف فى بيولوجى النحل الغير لاسع مقارنة مع نحل العسل نذكر منها أن ملكة النحل الغير لاسع لا تنتقل إلى عشها الجديد إلا بعد إعداده جيدا من قبل الشغالات كما أن الملكة الأم (العجوز) فى النحل الغير لاسع ثقيلة الوزن ذات بطن منتفخ وأجنحة بالية ولا يمكنها الطيران وبالتالى الملكة العذراء هى التى تغادر العش.

٢- قدرات وحدود النحل الغير لاسع فى تلقيح المحاصيل:

Strengths and limitations of stingless bees for crop pollination

تشبه كثير من صفات النحل الغير لاسع فى قدرتها على تلقيح الأزهار كثير من صفات نحل العسل وفيما يلى بعض الخصائص التى تؤثر فى قدرة هذا النحل على التلقيح:

١- النحل ذات قدرة على التكيف تمكنه من تلقيح أنواع نباتية عديدة كما يتكيف مع الأنواع النباتية الجديدة فى المنطقة.

٢- يتصف بالوفاء الزهرى floral constancy فالشغالة فى رحلتها عادة ما تزور نوع نباتي واحد.

٣- النحل قابل للإستئناس domestication فيمكن وضع المستعمرات فى خلايا وفحصها وإكثارها وتغذيتها وتغير ملكاتها ومكافحة أعدائها ونقلها وإتخاذ إجراءات الإدارة الأخرى معها.

٤- المستعمرات دائمة طوال السنة perenial colonies وهذا يسمح للشغالات بالخروج للعمل فى الحقل باستمرار داخل القيود المناخية climatic constraints ونمو المستعمرة طول العام يجنب هذا النحل لتكوين مستعمرات كل عام كما فى نحل العسل.

٥- يخزن النحل فى أعشاشه مخزونات غذائية أكبر مما يحتاجها ولهذا فائدة واضحة تسمح للمستعمرات للمعيشة فترات طويلة عند ندرة الغذاء المتاح فى الحقل. إن جمع الشغالات لغذائها الملح من المصادر المزهرة إلى جانب جمع المزيد من الغذاء للمستقبل يعنى أن هذا السلوك يؤدى إلى تكثيف زيارة الأزهار المفضلة.

٦- إمكانية نقل حبوب اللقاح من مكان لمكان داخل الخلية يقلل من حاجة النحل للخروج والجمع بين أنواع نباتية غير متجانسة ذاتياً self-incompatible species. وجد ذلك فى نحل العسل وربما يتساوى ذلك مع النحل الغير لاسع.

٧- يتميز النحل بظاهرة تجنيد شغالات جدد للعمل الحقلى أى إستدعاء شغالات جدد من العش للذهاب إلى المصادر الزهرية المحددة عن طريق نقل معلومات عن موقع تلك المصادر مما يسمح بنمو سريع لأعداد ضخمة من جامعى الغذاء foragers مقارنة بأنواع أخرى من النحل التى فيها كل فرد عليه أن يجد مصدر الغذاء.

وعلى خلاف نحل العسل يتصف النحل الغير لاسع بالمميزات الآتية:

١- النحل عموماً ــ أقل ضرراً للإنسان والحيوانات المستأنسة عند التعامل معه أو الاقتراب منه.

٢- ذو قدرة عالية للعمل بكفاءة داخل البيوت الزجاجية glass houses.

٣- ذو طريقة خاصة لزيادة مستعمرات النحل بالتطريد ويساهم إكثار مستعمراته فى صيانة التنوع البيولوجى بحماية وصيانة الأنواع الموجودة منه وانخفاض عشائره يتم بفعل إضرار الإنسان بالأنظمة البيئية.

٤- يندر أن ترحل المستعمرات وذلك لأن الملكة العجوز لا تستطيع الطيران flightless كما أن المستعمرات مقاومة للأمراض والطفيليات التى تصيب نحل العسل. لذا فإن أوبئة نحل العسل التى تضر التلقيح لن تؤثر فى النحل

الغير لاسع فى النظام المرضى هذا. وتشمل عيوب النحل الغير لاسع فى تلقيح المحاصيل ما يلى:

١- تكنولوجى إستئناس النحل الغير لاسع فى معظم الأنواع مازال دون المستوى.

٢- يوجد نقص كبير فى توفير أعداد كبيرة من الخلايا.

٣- معدلات نمو المستعمرة منخفض مقارنة مع نحل العسل.

٤- بعض الأنواع صعبة الإستئناس نتيجة لمتطلبات خاصة لأعشاشها.

٥- بعض الأنواع تضر بالأوراق عند البحث عن الصموغ النباتية (الراتنج).

٦- بعض الأنواع إقليمية وتتشاجر عند وضعها قريبة من بعضها البعض.

٣- الأوجه البيولوجية للنحل الغير لاسع المتعلقة بالتلقيح:

Aspects of biology of stingless bees relevant to pollination

لقد تم مراجعة بيولوجى النحل الغير لاسع ولكن لم يتم ذلك من وجهة نظر تلقيح المحاصيل. فى الحقيقة النحل الغير لاسع زائرات عامة للإزهار. حيث تزور جميع الأنواع التى درست مدى واسع من الأنواع النباتية. على سبيل المثال يزور *Hypotrigona pothieri* ٥٤ نوعاً نباتيا فى ٢٨ عائله. ويزور النحل *Melipona marginata* ١٧٣ نوع فى ٣٨ عائله والنوع *Melipona favose* زار ٣٨ نوع فى ٢٦ عائله. وعدد الأنواع النباتية التى يزورها النحل الغير لاسع للرحيق قد يكون أعلى من العدد الذى تزوره الحشرات لجمع حبوب اللقاح ورغم إختيارها العام للأزهار إلا أن الأنواع التى درست تظهر تفضيلا لنباتات خاصة.

للنحل الغير لاسع القدرة على التأقلم والتعلم السريع لإستغلال المصادر الغذائية المتاحة فى النباتات الغريبة عن المنطقة. على سبيل المثال أمكن للنحل الغير لاسع فى إستوائيات العالم الجديد أن يستخدم وبكثافة نباتات الـ *Eucalyptus* spp. المستوردة.

ويمكن سرد تعميمات عامة فيما يخص نمط النباتات والأزهار التى يفضلها النحل الغير لاسع. ولكن إقترح أنه يفضل الأزهار الصغيرة والأزهار الكثيفة والأزهار ذات أنابيب التويج الأقصر من ألسنة النحل والأزهار ذات أنابيب التويج الطويلة الواسعة بدرجة كافية لكى يدخل فيها النحل والأشجار والأزهار البيضاء أو الصفراء.

الوفاء الزهرى floral constancy: الذى فيه تزور الشغالة نوع نباتى واحد فى الرحلة الواحدة نموذجى بين كثير من أنواع النحل الغير لاسع المتعدد العوائل polyphagous. فى البرازيل زارت ٩٧% من جامعات حبوب اللقاح الخاصة بتسع أنواع من النحل الغير لاسع فقط مصدر زهرى واحد فى كل رحلة حيث وضح ذلك بأحمال حبوب اللقاح النقية فى سلال حبوب لقاح carbiculae الشغالات. وهذا مهم إذا علم أن الوفاء الزهرى يرتبط بفاعلية ملقح الأزهار حيث أن جمع وحمل حبوب اللقاح من نوعان أو أكثر يقلل من كمية حبوب اللقاح المتاحة وتلوث المياسم stigmas بحبوب لقاح خاطئة. بالإضافة إلى الوفاء الزهرى تظهر الشغالات العاملات فى الحقل foragers عادة الوفاء للمصدر resource constancy بمعنى إما جمع رحيق أو حبوب لقاح أو مواد صمغية فى الرحلة الواحدة وعادة بين الرحلات المتتابعة.

بالإضافة إلى تسجيلات إستخدام النحل الغير لاسع لكثير من النباتات إتضح أن النحل **ملقحات هامة للنباتات البرية** noncrop species فى البيئات الطبيعية. أجريت أمثلة لهذه الدراسات على مستويات عشائر الأنواع والنوع الواحد community and individual species فمن بين ٤١ نوع نباتى تم دراسته فى غابة طبيعية فى sarawak تسعة أنواع لقحت بالنحل الغير لاسع. وفى استوائيات العالم الجديد زار أفراد الجنس *Melipona* ٥٢ نوع نباتى و ١٠٨ من بين ١٢٨ نوع تم زيارتها بواسطة أنواع أخرى من النحل الغير لاسع. مثل هذه النباتات قد تكون إستفادت مباشرة من خدمات تلقيح أنواع النحل الغير لاسع. وعلى مستوى النوع الواحد ـــ النحل الغير لاسع ملقحات مؤكدة لكثير من النباتات على أساس الملاحظة والتجربة فكانت أنواع *Trigona* spp هى الأكثر وفرة والملقحات المؤثرة لـــ *Xerospermum intermedium* النامية فى الغابات الممطرة الطبيعية فى ماليزيا. وأشجار الغابات

المطرة الطبيعية فى Costa Rica مثل *Cupania guatemalensis* تلقح أيضا بأنواع الـ *Trigona* spp. كما ظهر نحل الـ *Trigona* كملقحات مؤثرة لنبات *Spathiphyllum friedrichsthalii*. ومن بين ١٣ نوع إسترالى من الأوركيدات الهوائية تأكد أن ٩ منها تلقح بالنحل الغير لاسع. مع بعض أنواع النحل يحدث فى كلا من المساكن الطبيعية والأنظمة البيئية الزراعية إستخدام غير سليم حيث يزيل المصادر الغذائية دون تلقيح مع أو بدون أضرار للأزهار.

بالرغم من أن كثير من أنواع النحل الغير لاسع يتكيف مع أماكن من الأعشاش الصناعية إلا أن النباتات الطبيعية تؤثر على وفرة النحل الغير لاسع. حيث وجد أن وفرة النوع *Trigona carbonaria* فى بساتين نباتات macadamia مرتبط بمدى إحاطة البساتين بنباتات من الـ eucalyptus. وفى كوستاريكا يوجد نحل الـ *Trigona* فى الحقول ما عدا تلك الغير قريبة من الغابات. ويعتبر النحل من الحشرات الزائرة الشائعة للأزهار النامية بالقرب من الغابات الطبيعية فى البرازيل ويغيب فى المساكن البيئية التى تدخل فيها الإنسان مما أدى إلى الإقتراح بأن عشائر النحل تعتمد على الغابة الطبيعية.

يتحدد مدى الطيران بحجم شغالة النحل ومن المحتمل أيضا بحجم عشيرة المستعمرة. كما تعتمد مساحة الرعى الحقيقة على قوة جذب المصدر وعلاقته بالمسافة من العش وحاجات المستعمرة والمصادر البديلة المتاحة. لقد وجد أن أقصى مدى لطيران *Cephalotrigona capitata* و *Melipona panamica* فى الغابة الإستوائية يبلغ ١,٥ و ٢,١ كم على الترتيب. ووجد أن شغالات *Melipona fuliginosa* رجعت إلى أعشاشها عندما أطلقت من مسافة ٢ كم. وعن طريق تدريب الشغالات لمصدر رحيق صناعى وإبعاد المصدر بالتدريج عن الخلية وجد أن أقصى مدى طيران لـ *Plebeia mosquito* و *Trigona ruficrus* و *Trigona amalthea* كان ٥٤٠ و ٨٤٠ و ٩٨٠ م على الترتيب. وفى تكنيك مشابه وجد أن أقصى مدى طيران لأربعة أنواع من النحل الغير لاسع كان من ١٢٠ إلى ٦٨٠م وكان ذلك مرتبط بعرض محفظة الرأس.

بإستخدام سرعة الطيران المحسوبة قدرت المسافة الحقيقة للطيران (وليس أقصى مدى) للنوع *Trigona minangkabau* إلى ما بين ٨٤ و ٤٣٤م. ووجد أن معظم مخزونات الرحيق وحبوب اللقاح لمستعمرات *Plebeia remota* من النباتات المنزرعة فى مدى ١٠٠م من المستعمرات. ووجد أن الـ *Trigona erythrogaster* جمعت حبوب اللقاح من نخيل الزيت من المزروعات التى تبعد ١,١كم من الغابة التى تقطن فيها. كما سجل إرتفاع عالى جدا فى عشائر *Trigana* sp. فى بساتين شمال تايلاند. التى تبعد مسافة من ٥٠ إلى ٢٠٠م من الغابات القريبة ولكن قلت تلك العشائر عند بعد ٢.٥ إلى ٤ كم من الغابة.

ويعتمد نشاط طيران مستعمرات النحل الغير لاسع على النوع وتعداد المستعمرات ووفرة المصادر الغذائية. فشغالات مستعمرة *T.carbonaria* التى قدرت بنحو ١٠,٠٠٠ أدت نحو ٢٠,٠٠٠ رحلة طيران فى اليوم. ومستعمرات *Trigona itami* و T.moorei و *T.minangkabau* التى تحوى أفراد نحو ٥٠٠٠ و ٢٠٠٠ و ٢٦٠٠٠ قامت بنحو ٧٠٠٠و ٢٤٠٠و ١٢٠٠ رحلة فى اليوم على التوالى. والمستعمرة التى أقيمت حديثا للنوع *T.minangkabau* التى تحوى ٣٥٠ شغالة فقط أدت نحو ٧٠٠ رحلة فى اليوم موضحة علاقة موجبة قوية بين تعداد الخلية ونشاط الطيران.

قدرة حراس المستعمرة عند مدخل العش فى التعرف على أفراد العش nestmates وطرد الغرباء مرتبط بحالة المستعمرة فالمستعمرة التى يخرج منها أعداد كبيرة من الشغالات لتقيح المحاصيل مثل *T.minangkabau* ذات قدرة متطورة لأداء ذلك. ووجد أن شغالات *Melinopa rufiventris, Melinopa quadrifasciata, M.scutellaris* تهاجم ٧٤، ٦٠، ١٤% من الأفراد التابعة لنفس النوع ولكن غير تابعة لنفس العش.

تزداد قدرة النحل الغير لاسع على تلقيح المحصول بقدرة نقل مستعمرات النحل إلى أعشاش صناعية artificail hives وإمكانية زيادة هذه الأعشاش وبذا لا يحتاج المزارعون للإعتماد على العشائر الطبيعية. وإمكانية نقل الخلايا حيث الحاجة للتلقيح أو لتقوية المستعمرة. ولا ننسى أنه مع بعض أنواع النحل الغير لاسع يمكن

فتح مستعمراته لإستخلاص العسل والفحص والتغذية أو إحلال ملكات أخرى عند الضرورة وللمعاملة ضد الأعداء الطبيعية. وفى الحقيقة يوجد فعلاً نحالة bee keeping فى النحل الغير لاسع.

٤- تلقيح المحاصيل Crop pollination

يزرع فى المناطق الإستوائية أكثر من ١٠٠٠ نوع نباتى للغذاء وللخيوط وللعصائر والبهارات والأدوية. ونصف هذه النباتات تقريباً محاصيل إستوائية هامة إقتصادياً نشأت فى مناطق لا يوجد بها طبيعياً نحل عسل مثل إستوائيات العالم الجديد neotropics وجنوب الباسفيك وإستراليا. ونصف هذه النباتات تلقح بالنحل وكثير منها (نحو ٢٥٠ نوع) مؤقلم للتلقيح بواسطة النحل الغير لاسع. ورغم ذلك لا يزال الكثير من المعلومات عن هذا النحل غير متاح. ويرجع ذلك إلى نقص فى المعلومات عن النحل ذاته ونقص أشد فى المعلومات الخاصة بالحاجة للتلقيح فى بعض النباتات. على سبيل المثال الحاجة لتلقيح معظم أصناف المانجو غير معروفة والمعلومات عن تأثير الإختلاف الجغرافى على النحل غير كاملة على سبيل المثال النحل الغير لاسع فى كثير من أجزاء الهند زائرات شائعة للأزهار ولكن تغيب فى منطقة البنجاب التى خارج المدى الجغرافى لها.

والآن جاء الدور على عرض المحاصيل التى يرتبط بها النحل الغير لاسع بدرجات مختلفة وسنحاول قدر الإمكان عرض فقط المحاصيل التى قد توجد فى مصر أو فى البلاد العربية لإلقاء الضوء على نحل غريب عنا قد يتسع المجال البحثى لها يوماً ما.

أ- محاصيل يزورها ويلقحها النحل الغير لاسع:

Crops visited and pollinated by stinglee bees

فيما يلى محاصيل ثبت أن للنحل الغير لاسع مساهمة فعالة فى تلقيحها

١- جوز الهند Coconut:

التلقيح الحشرى لجوز الهند *Cocos nucifera* (Arecaceae) هام للحصول على

إنتاج مرتفع من جوز الهند. سجل نحل العسل *Apis* spp على أزهار جوز الهند فى هاواى والهند وماليزيا والفلبين وترينداد وإكوادور. والنحل الغير لاسع *Melipona* spp. وأنواع أخرى زائرات سائدة فى كوستاريكا وسيرنام وفى Trinidad أحياناً تجمع حبوب اللقاح بواسطة أربعة أنواع من النحل الغير لاسع كما تجمع أيضاً بواسطة نحل العسل. سجل على النبات أيضاً أنواع من الدبابير والنمل والذباب وأبى دقيقات وخنافس ولكنها لا تعتبر ملقحات مؤثرة. وتشير الشواهد لأهمية نحل العسل والنحل الغير لاسع فى تلقيح هذا المحصول.

٢- المانجو Mango:

تزيد الحشرات الزائرة للمانجو *Mangifera indica* (Anacardiaceae) إنتاج ونوعية الثمار. الأزهار غير متخصصة فى جذب حشرات معينة ويحدث التلقيح بواسطة معظم الحشرات الزائرة ويشكل النحل الغير لاسع فى البرازيل والهند وإستراليا أكثر الحشرات الشائعة التى تزور أزهار المانجو. وفى Chipas وجدت حبوب لقاح المانجو فى مخازن حبوب لقاح أعشاش النحل *Trigona angustula*. والنحل الغير لاسع أكثر الملقحات فاعلية للمانجو فى إستراليا. وترجع هذه الكفاءة إلى الكمية الضخمة من حبوب اللقاح التى تحملها على أجسامها والملامسة الفعالة للنحل لمياسم الزهرة. بالإضافة إلى ذلك تعمد شغالات نحل الـ *Trigona* من الإنتقال من شجرة إلى أخرى لذا ربما تكون أكثر كفاءة فى التلقيح الخلطى. لا ينجذب نحل العسل بشدة إلى أزهار المانجو ولكن قد يلاحظ عليها. ويشكل الذباب أكثر الحشرات الزائرة لأزهار المانجو فى كثير من المناطق الإستوائية وربما يكون ملقحات مؤثرة. لذا فإن النحل الغير لاسع والذباب أكثر أهمية لمحصول المانجو.

ب- محاصيل يزورها أحياناً أو تلقح جزئياً بالنحل الغير لاسع:

Crops visited and occasionally or partially pollinated by stingless bees

١- البصل Onion:

تستفيد المحاصيل البذرية للبصل *Allium cepa* (Alliaceae) من الزيارات الحشرية. وتظهر الدراسات إرتباط النحل وحشرات أخرى بالأزهار والذباب من أكثر

الحشرات الشائعة التى تزور النبات وأظهرت الدراسات فى الهند أن نحل العسل والنحل الغير لاسع *Trigona iridipennis* تشكل أكثر الملقحات أهمية للبصل. أدخل فى ولاية Maharastra فى الهند فى مزرعة تجريبية مستعمرات من *T.iridipennis* و *Apis* spp. وسجل النحل الغير لاسع نصف الزيارات الحشرية للبصل بينما سجل *A.cerana, A.florea* معظم باقى الزيارات. وتتم الزيارات فى جميع الأنواع فى النهار. وتزور أنواع *Apis* spp. تقريباً ضعف عدد الأزهار فى الدقيقة مقارنة بـ *T.iridipennis*. ويجمع الأخير (النحل الغير لاسع) بنشاط كلاً من الرحيق وحبوب اللقاح بينما يجمع *Apis* spp. بنشاط الرحيق فقط ومصادفة حبوب اللقاح. ويشكل نحل العسل والنحل الغير لاسع معظم الحشرات التى تزور الأزهار فى البرازيل.

٢- الفراولة Strawberry:

قيم فى اليابان تلقيح النحل الغير لاسع للفراولة *Fragaria chiloensis x ananassa* (Rosaceae) فى البيوت الزجاجية. ووجد أن كلاً من مستعمرات *T.minangkabau* المستوردة من سومطرة ونحل العسل يلقح بكفاءة أزهار النبات. وقدر عدد الأزهار التى زارها لكل ١٠ دقائق بنحو ٧,٣ لنحل العسل و ٣,١ لـ *T.minangkabau*. ووجد أنه لإنتاج ثمار عالية الجودة يلزم لكل زهرة ١١ زيارة من نحل العسل أو ٣٠ زيارة من النحل الغير لاسع. وتناسب الفراغ المحدد داخل البيت الزجاجى عمل شغالات النحل الغير لاسع مقارنة بنحل العسل. وثبت فاعلية إدخال النحل الغير لاسع البرازيلى *Nannotrigona testaceicornis* إلى اليابان لتلقيح الفراولة فى البيوت الزجاجية. ورغم أن الفراولة يمكن تلقيحها بالنحل الغير لاسع فإن معظم الإنتاج فى المناطق المعتدلة ناتج من تلقيح نحل آخر وذباب.

٣- الجوافة Guava ــ والمحاصيل الـ Myrtaceous الأخرى:

لوحظ أن النحل الغير لاسع يجمع حبوب لقاح الجوافة *Psidium guajava* (Myrtaceae) فى جواتيمالا وكوستاريكا وإكوادور ما عدا جمهورية الدومينيكان حيث لا يوجد نحل غير لاسع كما تجمع أيضاً شغالات

A.mellifera ونحل من الأجناس *Lassioglossum, Bombus, Xylocopa* حبوب لقاح أزهار الجوافة. وفى دراسة عن حبوب اللقاح التى تخزن فى مستعمرات أربعة أنواع من النحل الغير لاسع فى Trinidad جمعت حبوب لقاح الجوافة بواسطة الأربعة أنواع ووجد أن نحل العسل كان يجمعها أحياناً. ووجد فى البرازيل حبوب لقاح الجوافة فى خلايا نحل العسل وأربعة عشر نوع من النحل الغير لاسع.

٤- عباد الشمس Sunflower:

يزور عباد الشمس *Helianthus annuus* (Asteraceae) فى البرازيل بالقرب من ساوباول النحل الغير لاسع التابع للأنواع *T.spinipes, F.schrottkyi, T.hyalinata..*, *Geotrigona* sp.. ويجذب عباد الشمس أيضاً فى الهند جميع *Tiridipennis, Apis* spp. أهمية *T.iridipennis* كملقح بوضع نباتات عباد الشمس فى أقفاص تحتوى هذا النحل. وكان إنتاج هذه الأقفاص أعلى من النباتات المقصفة دون نحل ولكن لم تكن أعلى إنتاجاً من النباتات المعرضة للتلقيح المفتوح.

٥- الموالح Citrus:

يندر أن تجمع حبوب لقاح الموالح *Citrus* spp. (Rutaceae) فى Trinidad بواسطة أنواع الجنس *Melipona* ونحل العسل. ولكن تجمع بواسطة *N.mellaria* *T.nigra* ,. وفى أحد حدائق البرازيل وجد حبوب لقاح الموالح فى خلايا نحل العسل و ٢-١٠ أنواع من النحل الغير لاسع. ولوحظ فى سرينام أن النحل الغير لاسع *Scaura latitarsus, T.clavipes* تجمع حبوب لقاح الموالح خلال زيارتها للأزهار.

٦- الباذنجان Egg plant:

سجل زيارة *Trigona fulviventris* لأزهار الباذنجان *Solanum melongena* (Solanaceae). ومع ذلك هذا النوع يلقح بهز الأسدية. لذا فإنه من غير المحتمل أن يلقح الـ *Trigona* spp. بكفاءة تلك النباتات.

٧- السمسم Seasame:

جمعت من أزهار السمسم *Sesamum indicum* (Pedaliaceae) فـــى ســـرينام أنواعاً من النحل الغير لاسع مثل *Melipona fulva, Trigona mazucatoi, T. lurida, T. williana, C. capitata*.

جـــ- محاصيل يزورها النحل الغير لاسع ولكن تلقح بوسائل أخرى:

Crops visited by stingless bees but pollinated by other means

هناك تسجيلات عن زيارة النحل الغير لاسع لأزهار أنواع بعض المحـــاصيل التى تلقح بكفاءة بواسطة وسائل أخرى، مثل الباباى الذى يلقح بعدد من الفراشـــات وأبى دقيقات ونخيل الزيت الذى يلقح ببعض أنواع السوس والبرسيم الذى يلقح بعدد كبير من الحشرات بينها أنواع أخرى من النحل والفلفل الأسود الذى يلقح بالرياح أو الأمطار واللفت الذى يلقح بنحل العسل.

فى بعض الحالات قد يكون للنحل الغير لاسع تأثير سلبى بإزالـــة الرحيـــق أو حبوب اللقاح مما يجعل الأزهار أقل جذباً لملقح أكثر تأثيراً. وفى حالات قصـــوى يشاهد تأثير سلبى أشد للنحل الغير لاسع مثل إضراره بأزهار اللفت وعند زيارتـــه لأزهار passion fruit تصبح تلك الأزهار طاردة للملقحات المؤثرة.

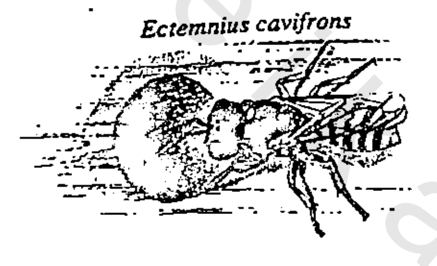
أخيراً ـــ يمتلك النحل الغير لاسع صفات تزيد من أهميته كملقحات للمحـــاصيل عندما يعمل كعشائر برية wild populations أوكملقحات يديرها الإنسان managed pollinators وسمات حياته الإجتماعية (التواصـــل الحيـــاتى perenniality وتعـــدد العوائل polylecty وعدم الإضرار harmlessness) تجعل النحل مناســـب للتلقيـــح. ويعرقل الاستخدام الواسع للنحل الغير لاسع نقص الأعداد الكبيرة من المســـتعمرات وندرة المعلومات حول إحتياجات التلقيـــح أو حـــول أنـــواع الملقحـــات الرئيســـية للمحاصيل الاستوائية.

إن غياب النباتات الطبيعية natural vegetation يصحبه خفض فـــى العشـــائر المحلية للنحل الغير لاسع ولهذا السبب إزالة النباتات البرية والغابات بفعل الإنسـان

ذات تأثير معاكس وخطير على وعشائر دور مثـل هـذه الحشـرات فـى تلقيـح المحاصيل. إن وجود أشجار قريبة من البساتين يمكن أن تمد هذه البساتين بعشـائر كافية من النحل ويزيد طرق تحسين الإستئناس من زيادة عدد العشائر المتاحة وبـذا نقلل من الإعتماد على العشائر الطبيعية.

سابعاً: إستخدام النحل الإنفرادى كملقحات Using Solitary bees as pollinators

يشكل النحل الإنفرادى فى كثير من بقاع العالم ملقحات قيمة لبعض المحـاصيل ولكن فائدته محدودة لتذبذب عشائره من سنة لأخرى ومن مكان لآخر لذا لا يعتمـد عليه فقط فى التلقيح.





شكل (٢٦) نوعان من النحل الانفرادى
التى تم تسكينها فى قطع من الغاب

أجريت محاولات كثيرة لجعل النحـل الإنفرادى تجعل أعشاش صناعية. أولى هذه المحاولات أجراها Fabre عام ١٩١٥ حيث وجد أن نحل الـ *Osmia* spp سكن الأنـابيب الزجاجية وقطع البوص التى وزعـها فـى الحقول (شكل٢٦) وعمل باحث آخر علـى ملئ صندوق خشبى غير عميق بخليط مـن طين مبلل وتبن مفروم وعند جفاف الخليـط عمل ثقوب بقطر ١٩ مم وطول ٧٦ ملم فى الخليط ليسكن داخلها النحل. كما عمل هـذا الباحث أيضاً على توزيع أنابيب زجاجية ملفوفة فى ورق أسود وقطع من سيقان نبات *Sambucus* spp. بعد إخراج اللب منها فى الحقول. ووجد أن بعض من هذه المساكن الصناعيـة أقـام بـها نحـل مـن *Anthidium* spp; *Megachile* spp , *Osmia* spp. وأقبل النحل أكـثر علـى سـيقان

النبات السابق. ووجد أن النحلة عندما تدخل أحد الأنابيب السابقة فإنها تلف نفسها داخلها ويحتمل أن النحلة بهذا السلوك تنقل رائحة جسمها للإنبوبة مما يساعد في التعرف على عشها. ويعيب إستخدام الأنابيب الزجاجية تراكم رطوبة الغذاء داخلها. وفي تطور آخر عمل على شق السوق النباتية بالطول إلى نصفين وربط النصفان معاً قبل الإستعمال وسهل ذلك على فحص ما بها من النحل دون الإضرار به.

ذكر أن النحل *Megachile* spp. أكثر الملقحات أهمية للبرسيم *Medicago sativa* في إنجلترا ويبحث أثناء فترة الإزهار عن مواقع لأعشاشه قريبة من الحقل وتوفير مثل تلك الأعشاش سينتج عنه عمل أكثر للنحل على البرسيم. لذا عمل على عمل ثقوب داخل قطع خشبية جذبت النحل *Megachile navalis, M.inermis* لعمل الأعشاش ورغم إهتمام أكثر الملقحات أهمية *M.frigida* بالقطع الخشبية لم يبني أعشاشه فيها لذا وجد من الأفضل توفير شريط من الأرض حول مزارع البرسيم دون زراعة تحوى نباتات متناثرة ذات سيقان مجوفة مثل *Helianthus annuus*. يوجد عدة أنواع من النحل الإنفرادى أمكن إستغلالها في تلقيح المحاصيل سنعرض إثنان منهما من جنسان مختلفان حيث توجد بعض الأنواع التابعة لهذه الأجناس في شمال أفريقيا على أمل أن تشكل معلومات مفيدة قد نستخدمها في المستقبل في زيادة عشائر هذا النحل.

١ – *Megachile rotundata*

لاقت المحاولات السابقة لحث النحل الإنفرادى على إحتلال والتزايد في أعشاش صناعية نجاح محدود وشك في قيمتها الإقتصادية ولكن بعض الطرق المستخدمة كانت ذات أهمية خاصة عندما وجد ملقح كفئ للبرسيم يعشش جماعياً في أماكن صناعية لمعيشته artificial domiciles من أمثلة ذلك النحل القاطع للأوراق *Megachile rotundata* الذى إستورد من غرب آسيا وشرق أوربا إلى الساحل الشرقي لأمريكا الشمالية في نحو ١٩٣٠ والذى إنتشر غرباً إلى أن وصل إلى Utah في ١٩٥٤ وأوريجون في ١٩٥٨. ولوحظ عقب توطنه في غرب الولايات المتحدة أن النحل لا يعد أنفاقه ولكن مواقع متنوعة لسكنه منها أنفاق الخنافس

وثقوب المسامير والثقوب المعدة فى القطع الخشبية وسيقان النباتات المجرفه والأنابيب الورقية المستخدمة فى شراب العصائر والأنابيب المطاطية والمعدنية وأمكن فى عام ١٩٦١ و ١٩٦٢ الكشف عن دورة حياته وإستغلاله تجارياً.

أ. دورة الحياة Life cycle

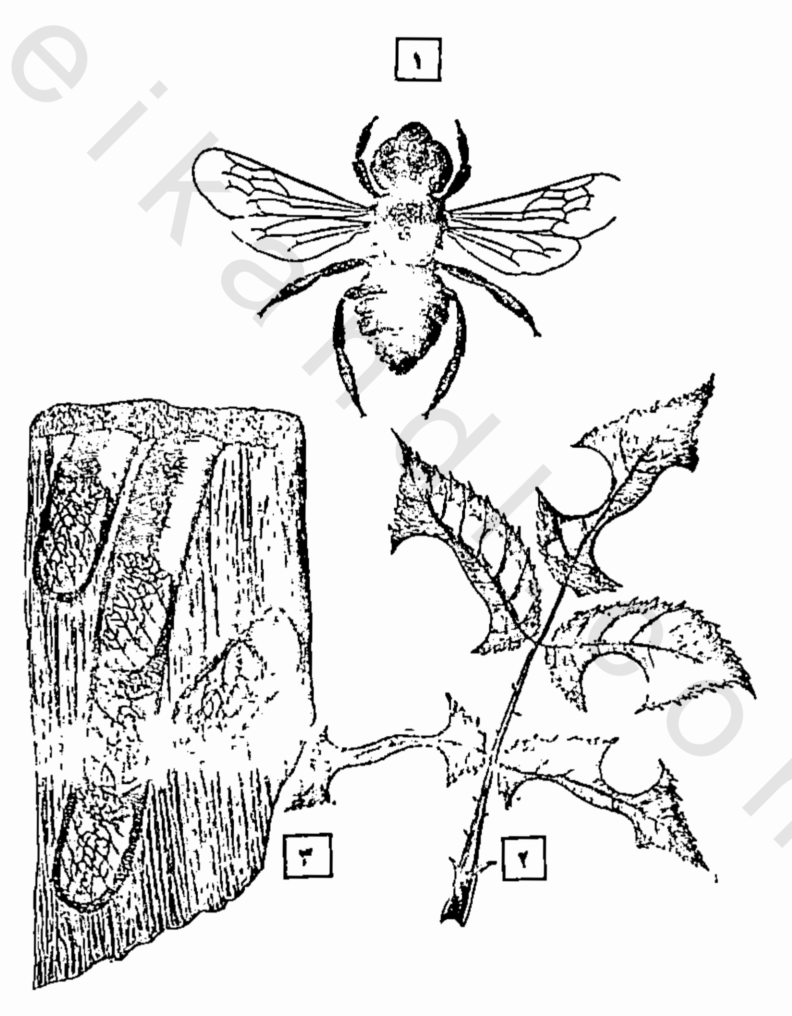
تحت الظروف الطبيعية ـ تخرج الحشرات الكاملة للنحل *M.rotundata* طوال فترة ٣-٦ أسابيع إعتباراً من أواخر مايو عند تزهير محصول البرسيم. تتزاوج الإناث فى الشمس بالقرب من أعشاشها. ويمكن للذكر ان يتزاوج أكثر من مرة ولكن تتزاوج الأنثى مرة واحدة. تعد الأنثى الملقحة مجموعة من الخلايا فى الأنابيب أو الأنفاق التى تختارها للمأوى حيث تضع جدر وقاع الخلايا من قطع مستطيلة (شكل ٢٧) من أوراق معظمها من البرسيم التى تلصقها معاً بإفراز لعابى. وتملأ نصف أو ثلثى عمق كل خلية بحبوب لقاح وعسل. عند عودة الأنثى من العمل الحقلى محملة بالعسل وحبوب اللقاح تدخل أولاً رأسها فى النفق لوضع الرحيق ثم تستدير إلى فتحة النفق وترجع للخلف إلى أن تصل إلى عمق الخلية لتضع حبوب اللقاح. وعند وجود غذاء كافى بالخلية تضع بيض على هذا الخليط ثم تغلق الخلية بثلاث إلى عشر قطع دائرية من الأوراق وتبدأ فى عمل وتموين خلية أخرى فوق الخلية السابقة وهكذا إلى أن تقترب من فتحة النفق وهنا قد تملأ الأنثى نهاية النفق بقطع ورقية قد تصل إلى ١٣٠ قطعة. فترات رحلات العمل قصيرة جداً وتبلغ نحو ١٠-٢٠ ثانية لجمع قطعة ورقية و ٩٠-١٥٠ ثانية لحمل حبوب اللقاح وبينما تلقح الأنثى كل زهرة برسيم تزورها تعمل الذكور فى الحقل لسد احتياجاتها فقط وتجمع رحيق فقط وعادة دون تفتح tripping الأزهار. النحلة التى تنمو من آخر بيضة وضعت فى النفق هى أول نحلة تخرج. تقضى النحلة *M.rotundata* الشتاء فى طور ما قبل العذراء وتتحول إلى عذراء أثناء الربيع الدافئ.

تحت الظروف المناسبة يوجد جيل ثانى جزئى فى السنة. وإذا حدث ذلك يوجد فاصل زمنى قدره ٤-٦ أسابيع بعد خروج جيل الشتاء وخروج الجيل الثانى. وقد يتداخل خروج الجيل الثانى مع الأول. وتنتج إناث الجيل الأول نحو ٣٠ إلى ٣٥

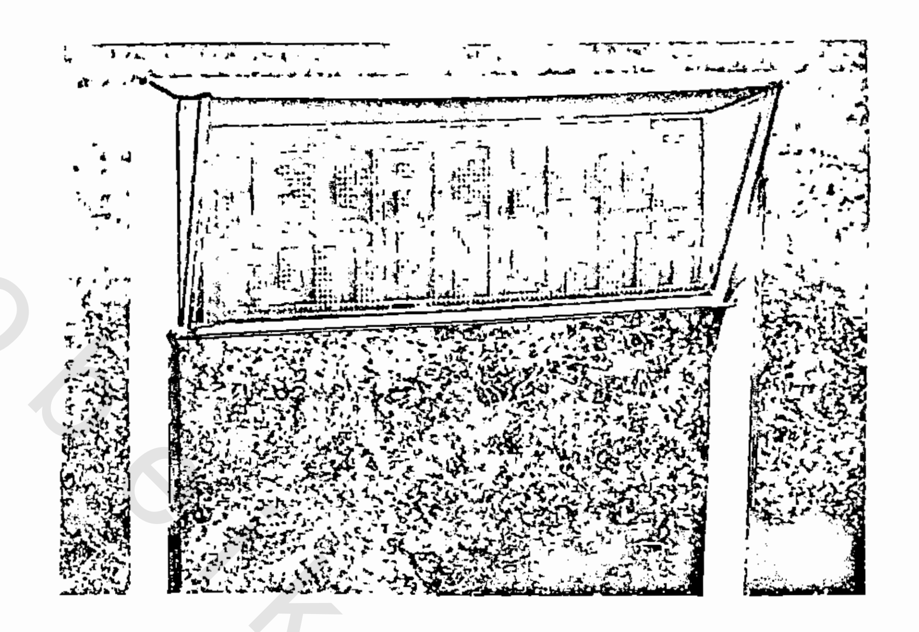
خلية. ولكن تنتج إناث الجيل الثانى أقل من ذلك كثيراً رغم أنه فى بعض المنـــاطق نحل الجيل الثانى ذات أهمية فى مد فصل العمل الحقلى.

ب. الأعشاش الصناعية والإدارة Artificial nests and management

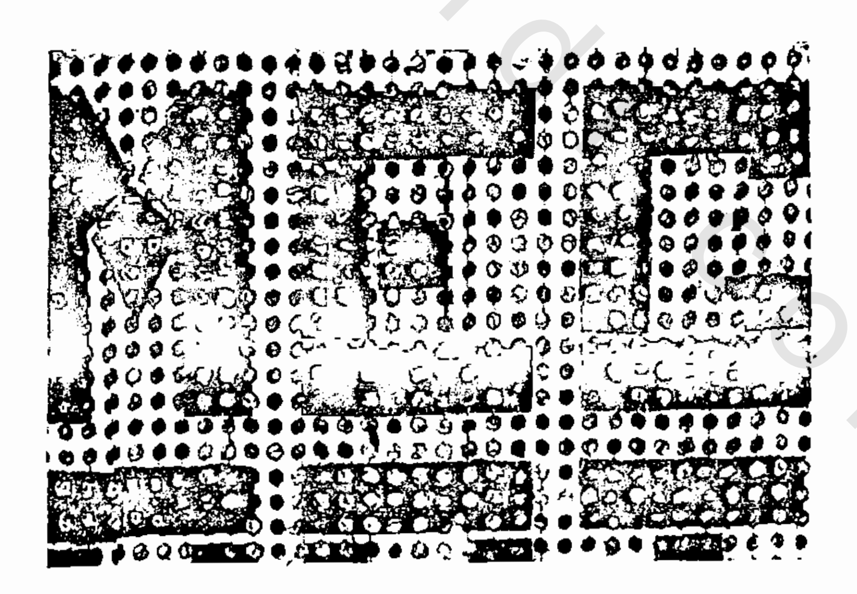
لقد تم إختيار الورق المموج وأنابيب الشراب drinking straws والقطع الخشبية المثقبة كمساكن domiciles لـــ *M.rotundata*. وأعد الورق الممـــوج Corrugated paper على هيئة لفات بنحو ١٥سم قطر لكل لفة التى تحوى فراغ كاف لـــ ٦٠٠



(شكل ٢٧) النحل القاطع للأوراق *M.rotundata*: (١) الحشرة الكاملة (٢) أعراض قطع الأوراق (٣) خلايا العش



(شكل ٢٨) أعشاش صناعية للنحل القاطع للأوراق *Megachile rotundata*
وضع على حافة حقل برسيم **Medicago sativa** ومذود بإطار واقى



(شكل ٢٩) جزء قريب مكبر من عش صناعى للنحل القاطع للأوراق
ويشاهد الانفاق التى إحتلها النحل وصغاره

عش وإزداد الجذب إلى لفات الورق المموج عند غرس أنابيب الشـــراب الورقيـــة فيها. فيما يخص أنابيب الشراب فقط ـ إستخدمت عن طريق غرسها فـــى طبقـــة رقيقة من الشمع فى أوعية صفيح أو كما هى فى أوعيتـــها الكـــارتون وفـــى كلتـــا الحالات عمل على حمايتها من الحرارة والمطر بواسطة أغطية من الخشب إستخدم أنابيب ذات أقطار ٤، ٥، ٦ ملم وطول ٩ سم ثم رصها فى الوعاء. ووجد أن النحل الموجود فى النهاية القصوى من الأنبوبية لم يستطع الخروج خلال حبوب اللقـــــاح التى لم تؤكل فى الخلايا التى تحوى بيض أو يرقات ميتة ووجد أن إستخدام أنـــابيب أقصر قللت من فقد الحشرات حيث إحتوت الأنابيب الأقصر عدد أقل من الخلايـــا. ووجد أن قطر الأنابيب المستخدمة يحدد لحدٍ ما كمية الغذاء المتاحة وحجم اليرقـــات والحشرات الكاملة الناتجة. كما وجِد أن الإناث الصغيرة الحجم عندما تحتل أنـــابيب ذات قطر كبير فإنها تستعمل قطع أوراق أكثر لتقليل حجم الثقب. وأولىِ الأعشـــاش الخشبية wooden domiciles من قطع خشبية ثم أحداث فيها ثقوب بقطر ٥ملم وأخذ الحيطة فى تنعيم تلك الثقوب يسهل الحركة داخلها. وجد أن إدخال الأنابيب الورقيـــة فى الثقوب التى لم تحتلها الحشرات زاد من إحتلال الحشرات للثقوب الفارغة.

أثبتت التجربة أن النحل (شكل ٢٧) يفضل ثقوب القطع الخشبية يليها أنابيب الشراب ثـــم أخيراً الورق المموج. كتلة ووزن الأعشاش الخشبية تجعل تداولها وتخزينـــها صعـــب كما يصعب فحص وتنظيف الأنفاق مما تحتويه من أطوار غير كاملـــة ميتـــة أو مـــواد أخرى لم تستعمل. وأمكن التغلب على هذه الصعوبات بإستعمال طبقات مـــن الألـــواح تحوى تجاويف نصف دائرية التى تضم معاً لتعطى مجاميع طويلة من الأنفاق الدائريـــة. ومن مميزات هذه الألواح إمكانية إخراج الأعشاش من تجاويفها بإستخدام جهاز خـــاص فى نهاية الموسم وتخزن فى وعاء منفصل ثم تنظيف الألواح من البقايا العالقة بها لكـــى تستخدم فى الموسم التالى. ولثقل القطع الخشبية بدأ فـــى إستخدام ألـــواح مـــن الـــ polystyrene التى تتميز بخفة وزنها وعدم إلتصاق الخلايا الورقية بشدة فيها كما هـــو الحال فى الأنفاق الخشبية كما لا تؤثر التذبذبات المناخية كثير من أحجام أنفاقها كما هـــو الحال فى القطع الأنفاق الخشبية. ويعيب عليها سهولة كسرها وقرض النحل لها.

لوحظ أن عدد اليرقات الميتة فى الأنفاق ذات القطر ٤ملسم أربعــة أضعــاف الموجود فى الأنفاق ٥ ملم كما لوحظ ثلاثة أضعاف من الذكور نتجت من الأنفـــاق الصغيرة القطر مقارنة مع الأكبر قطرا ووجد أن أفضل الأعشاش ذات القطر ٦ ملم وطول ١١٤ مام. ووجد أن نسبة الذكور إلى الاناث الناتجة كانت بيـــن ٥: ١ و ١١: ١ فى الأنفاق قطر ٤ ملم و ٣: ١ فى الأنفاق قطر ٥ر٥ ملم و ٢: ١ فى الأنفاق قطـــر ٦ ملم. وينتج نسبة عالية من الذكور فى الأنفاق الأقل من ٥ سم طول.

يجب أن يزود بناء الأعشاش بواق للحماية من الشمس والرياح والمطر والسلك لتمنع الطيور من مهاجمة الأعشاش وأن يوجه بناء الأعشاش (شكل ٢٨، ٢٩) إلـــى الشرق أو الجنوب الشرقى حتى يتلقى أولى أشعة الشمس لتنبه النحل للنشاط. ومـــن المهم إمداد بناء الأعشاش بشكل من علامة التوجيه مثل دهان الغطاء الواقى بـألوان مختلفة مثل رقعة الشطرنج أو تحوى مقدمتها بـــأحرف للتعريـــف مـــن الأبيـــض والأسود. فى المساء تستقر الحشرات فى أعشاشها. وبذا من المهم وجـــود وســـائل لحبس النحل عند رش المحاصيل بمبيدات الحشـــرات إلـــى أن يتلاشـــى الخطـــر. ويمكن أن يظل النحل دون حراك لأكثر من ٤٨ ساعة إذا خزنت بنــــاء الأعشــــاش على ٢-٤ °م.

يجب تحريك بناء الأعشاش إلى الموقع الجديد أما بين الجيـــل الأول والثـــانى والذى يتطلب توقيت حذر أو فى نهاية الموسم عند موت كل الحشـــرات الكاملـــة. وعندما تكون هناك ندرة من *M.rotundata* فى منطقة معينة وفى حاجة إلـــى هـــذا النحل يمكن وضع أعشاش كمصائد "Trapnests" فى الصيف فى المنطقـــة حيـــث العشائر المرتفعة لتنقل إلى الموقع المرغوب فى الشتاء أو فى بداية الربيع. ويجـــب أن تحتوى الأعشاش المصائد على أنفاق سبق إحتوائها على حشـــرات مثـــل تلـــك الإنفاق تكون أكثر جذباً من الإنفاق الجديدة وقد يرجع ذلك إلى إحتوائها على روائح الحشرات التى كانت ساكنة فيها من قبل.

يجب أن يحوى بناء الأعشاش أنفاق فارغة فى الربيع لكـــل تســـمح بخمســـة

أضعاف فى إتساع العشيرة فى العام فكل شرنقة فى الربيع تتطلب نفق كامل. عند حش حقل البرسيم بجانب بناء للأعشاش فإن عدد من الحشرات الكاملة خاصة أفراد الجيل الثانى قد تذهب إلى الحقول التى ستزهر فيما بعد أو فى الحقول التى وصلت الحشرة الثانية إلى ذروتها وهذا يؤدى إلى فقد جزء من العشيرة الموجودة فى بناء الأعشاش وهذا يمكن التغلب عليه بترك جزء من الحشة الأولى لمحصول بذرى وأخذ الجزء الآخر لتغذية الحيوان.

يمكن تقديم خروج الحشرات الكاملة للنحل بحفظ طور ما قبل العذراء على ٢٧-٣٢ °م أو تأخيره بحفظها على ٤ °م وبذا يمكن توقيت خروج الحشرات الكاملة لتتوافق مع تزهير البرسيم. بل يمكن حفظ طور ما قبل العذراء لسنتان على درجات الحرارة المنخفضة دون نسبة موت عالية. وبالرغم من أن النحل *M.rotundata* أدخل إلى الولايات المتحدة الأمريكية دون أعدائه الطبيعية بدأت عدة حشرات محلية فى أمريكا مهاجمته. من أهم آفات هذا النحل الدبور الكالسيد *Monodontomerus obscursus* وخنفساء السجاد *Trogoderma globrum*.

وفيما يلى وصف لإدارة *M.rotundata* كما هو متبع فى كندا. تزال فى الخريف كل البقايا والحشرات الميتة والمريضة والمتطفل عليها من الأعشاش وتلف كل خلية cell بين الإبهام والسبابة فإذا كانت ضعيفة سهلة الإنهيار ميعنى ذلك أن اليرقة التى بداخلها مريضة أو ميتة أو لم تكتمل الشرنقة ثم تعبئ الخلايا السليمة healthy cells فى وعاء مغلق أو أكياس من البولى ثين على ٤°م أثناء الشتاء. وتزال الشرانق (الخلايا) من الأوعية نحو ١٥ يوماً قبل تزهير البرسيم وتوضع فى صوانى ضحلة على ٣٠ °م ورطوبة نسبة ٥٠ إلى ٦٠%. الحشرات التى تفقس أولاً هى دبابير أو نحل آخر تواجد فى الأعشاش حيث ينمو أسرع من *M.rotundata* كما ستخرج من هذا الوقت أيضاً أية طفيليات. وجميع تلك الحشرات تنجذب لضوء اللمبة داخل الحضان لتغرق فى وعاء موضوع أسفلها به ماء وقليل من مادة منظمة تساعد على إستقرار الطفيليات سريعاً فى قاع الوعاء. وعادة لا يبدأ النحل فى الخروج إلا بعد بقاءه فى الحضانة نحو ١٨ يوماً ويوضع غطاء على الصوانى التى

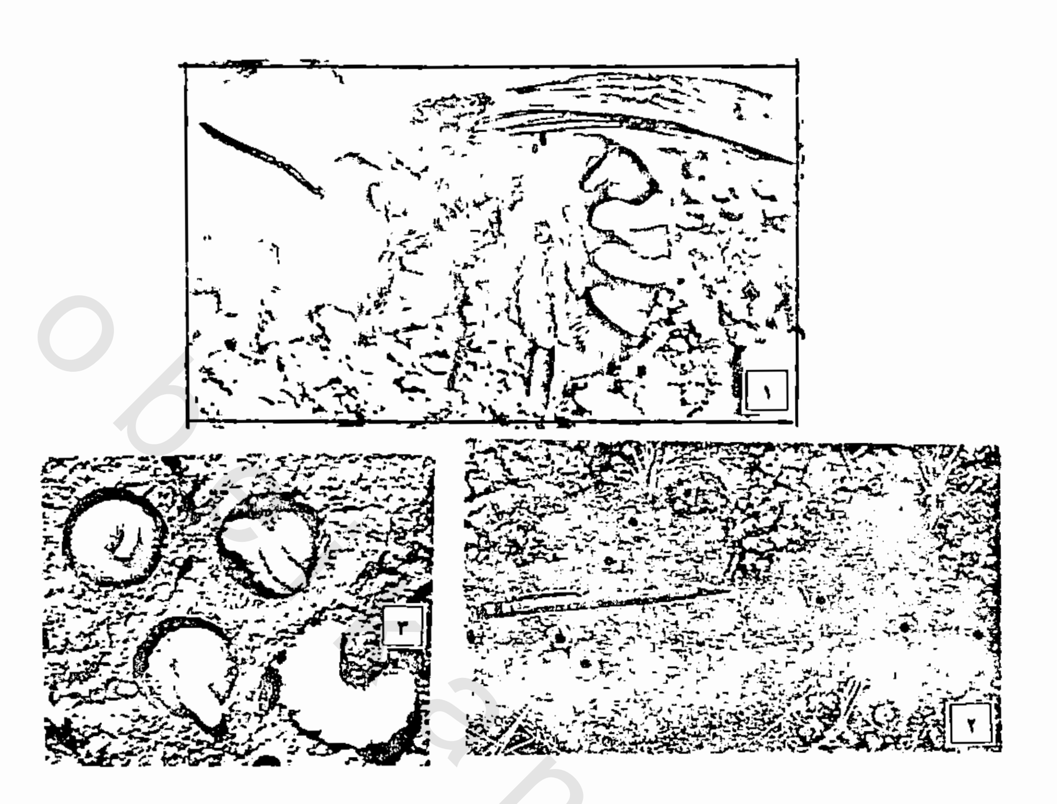
تحوى شرانق النحل عند بدء خروج الذكور ويغلق نور الحضان. وبعد نحو ثلاثة أيام أى عند خروج ٤٠% من النحل تؤخذ الصوانى إلى الحقل وتوضع تحت بناء الأعشاش وتزال الأغطية. وفى وجود الطقس الدافئ يترك النحل الصوانى ويطير ويعود إلى بناء الأعشاش ليتزاوج ويسكن داخلها.

أظهرت الأبحاث أن كل نحلة تعمل فى ٤,٢م٢ من البرسيم وأن كل أنثى تقضى فقط نصف وقتها للعمل على الأزهار من ذلك أمكن حساب أن كل ٢ هكتار من المحصول يلزمه بناء أعشاش يحوى ١٠,٠٠٠ أنثى قاطنة به مع ملاحظة أن النحل يركز سعيه فى عدة مئات من الأمتار بعيدة عن أعشاشه.

٢- *Nomia meland .eri*

أ. دورة الحيـاة:

نحل الـ *Nomia melanderi* نحل إنفرادى آخر كفئ فى تلقيح البرسيم. إستغل بنجاح فى الولايات القريبة من أمريكا الشمالية يفضل النحل السكن فى التربة الغير مروية جيداً sub-irrigated. حجم الحشرات الكاملة (شكل٣٠) نحو ثلثى حجم نحل العسل. تخرج الحشرات الكاملة فى آخر يونيو إلى منتصف يوليو وتخرج الذكور قبل الإناث بنحو إسبوع. وتخرج معظم الحشرات الكاملة قرب الظهيرة. وتلقح الإناث فور خروجها وتترك موقعها ولا تعود إلا بعد منتصف الظهر حيث تبدأ فى حفر نفق. وتكمل الحفرة الرئيسية أثناء الليل وتعد وتمون أول خلية فى اليوم التالى ثم تضع بيضة على حبوب اللقاح فى اليوم الثالث ثم تغلق مدخل الخلية ويتكرر هذا النمط من السلوك حيث تضع الأنثى بيضة فى خلية أمدتها بالغذاء فى يوم سابق وتمون خلية جديدة ثم تحفر خلية جديدة وتبنى الحفر المتفرعة والخلايا الجديدة أثناء الليل ويتكون كل عش مكتمل من ممر عمودى بطول ١٥-٢٠سم خلال ترابية على السطح إلى مجموعة من ٣-٤ حفر متفرعة branch burrows كل منها بطول ٥-٧,٥سم



(شكل ٣٠) (١)إنثى النحل القلوى *Nomia melanderi* عند مدخل عشها (٢) مداخل أعشاش النحل القلوى (٣) قطاع فى عش النحل القلوى لتوضيح طور البيض (فى الشمال وإلى أعلى) ثم مراحل مختلفة من الطور اليرقى.

والعش الكامل البناء عادة ما يكون به واحد من الحفر الجانبية أكبر من الباقى وهذا بالتالى يتفرع ليصل مكونات خلايا العش. تبنى الأنثى ندو ١٥-٢٠ خلية لكل عش (شكل ٣٠). ويتأثر عمل الأنثى بكثير من العوامل منها المسافة بين العش والمرعى forage وبناء التربة. ولكل أنثى القدرة على وضع ٢٤-٢٦ بيضة. يستغرق طور البيضة يومان وفترة تغذية اليرقات ستة أيام ويقضى النحل الشتاء فى طور ما قبل العذراء. وينتظر نمو العذارى إلى حشرات كاملة دفئ الحضنة الموجودة تحت سطح الأرض مع سطوع الشمس فى نهاية الربيع. ويعتمد الوقت اللازم لنمو طور ما قبل العذراء إلى حشرة كاملة على درجة الحرارة. ولا تخرج الحشرات الكاملة من التربة

إلا عند إنخفاض مستوى رطوبة التربة إلى أقل من ٢٥%. وبالرغم من وجود جيل واحد فقط رئيسى فى السنة والذى ينشط لنحو ٦ أسابيع فى أجزاء من أمريكا الشماليه إلا أنه قد يتواجد جيل ثانى أقل من عشريته من الجيل الأول.

نحل *N.melanderi* ذات تخصص عالى فى المواقع التى يبنى بها أعشاشه فهو يبنى فى الأسطح القلوية alkaline flats والترابيات المنخفضة low mounds ذات النباتات المتباعدة. مثل هذه الأماكن التى تظل فيها التربة مفضلة لهذا النحل. وتحت الظروف المواتية قد تتركز الأعشاش لتصل إلى عدد ٥٤٠ مدخل لممرات العش فى المتر المربع.

بعد أن يحتفظ الموقع الطبيعى بعشيرة كبيرة من النحل لعدة سنوات قليلة يصبح الموقع عادة غير مناسب لعدد من الأسباب وتتناقص العشيرة بسرعة. وتشمل الأسباب الرئيسية التى تؤدى إلى تناقص العشيرة:-

١ - العمليات الزراعية مثل الحرث والرى الغزير أو تناقص الرطوبة.

٢ - ظهور قشرة صلبة أو سميكة فى التربة.

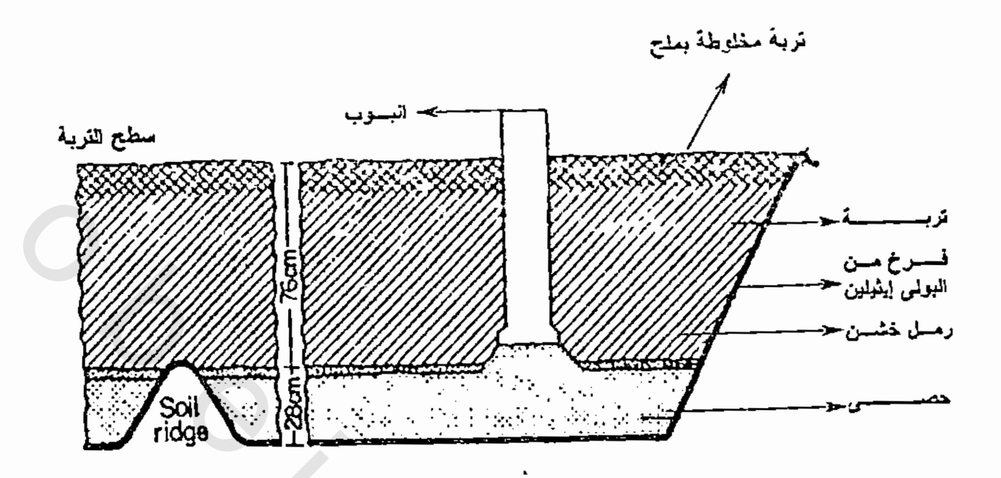
٣ - تعرض الأطوار الغير كاملة للمفترسات أو الطفيليات.

٤ - نمو غزير من نباتات محبة للملوحة.

ويشجع مزارعى البرسيم بحماية مواقع الأعشاش الموجودة بأراضيهم من تلك المخاطر عن طريق الحفاظ على وضع التربة إما بتنظيم الإمداد المائى أو بتجديد سطح التربة أو بإزالة النباتات المحبة للملوحة.

ب. الأعشاش الصناعية Artificial nests

يعتبر إقامة الأعشاش الصناعية للنحل *Nomia melanderi* أكثر صعوبة من تلك الخاصة بـ *M.rotundata* بسبب متطلبات المواقع الخاصة بها ولمساكنها التى توجد تحت الأرض. ورغم ذلك توصل العلماء فى جامعة Oregon إلى طرق ناجحة لتشييد مواقع أعشاش هذا النحل.



(شكل ٣١) رسم تخطيطى لمسكن صناعى إعد للنحل القلوى ***Nomia melanderi***

(عن **Stephen – ١٩٦٥**)

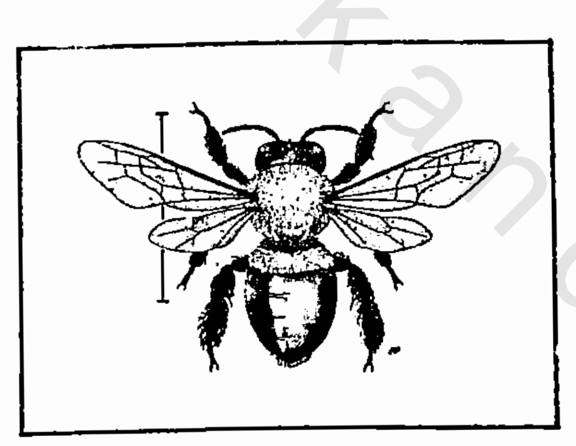
تركز جهد العلماء إلى تقليد الظروف المثلى الموجودة فى منـــاطق الأعشـــاش الطبيعية. ويتلخص المسكن من عمل حفرة تهيئ بها ظروف لطبقة غير منفذة للمـاء بتغطية قاع الحفر بغطاء من البلاستيك ثم تغطى هذه الطبقة بطبقـــة ضحلـــة مـــن الحصى ثم طبقة من الرمل الخشن ثم يملئ الفراغ المتبقى من الحفرة بالتربة العادية مع وضع ماسورة تصل إلى طبقة الحصى حتى السطح لإمداد المســـكن بالرطوبـــة التحت أرضية المناسبة. كذلك تخلط الطبقة العليا من التربة بالملح ولعمـــق ٥ سـم لكى تعمل على سحب الماء لأعلى بالمعدل المطلوب لكلـــى تغطـــى الإحتياجـــات الخاصة للنحل من رطوبة التربة (شكل ٣١).

لقد كان هذا الإعداد ناجحاً بدرجة أنه فى أحد تلك المواقع الصناعية التى أعدها الدكتور W.stephen بالقرب من حقل برسيم نتج عنها أكثر مـــن ٢٦٠٠ عش فـــى المتر المربع. وقدر الباحث أن العش الصناعى لموقع ٨ × ١٥م والمســـكون جيـــداً سيعطى نحل كاف لتلقيح ١٦ هكتار من البرسيم ومثل هذا الحقل يحتاج مـــن ١٠٠ إلى ٢٠٠ خلية نحل عسل للوصول إلى المستويات الموصى بها.

جـ. البحث عن أنواع أخرى Search for other species

أتبع نجاح إستغلال *N melanderi, M.rotundata* البحث عن أنواع نحل أخرى على أمل زيادة عشائرها أكثر عند نقلها إلى مناطق لم توجد فيها من قبل. ومن الأنواع المرشحة لذلك أنواع تابعة للجنس *Osmia* مثل *O.excavata, O.corniforons* التى تبنى أعشاشها فى البامبو أو البوص فى اليابان والتى تعمل على أزهار *Brassica compestris, Pyrus* malus على الترتيب و *O.seculusa* الملقح الفعال للبرسيم.وفى بعض المناطق وجد أن *O.lignaria* يقبل على السكن فى الأنفاق الخشبية الصناعية كما وجد أن *O.rufa* استطاع أن يبنى أعشاشه فى أنابيب الشراب ذات القطر ٧مم عن القطر ٥مم.

وأظهر البحث أن النحل يميل إلى إقامة الأعشاش جماعياً. ومن الأنواع المرشحة أيضاً بعض أنواع نحل الخشب *Xylocopa sonorina* (شكل ٣٢) وأنواع أخرى مثل *Anthophora* و *Passiflora edulias parientian* التى يشجع إكثارها بوضع قطع خشبية ذات ثقوب مناسبة.

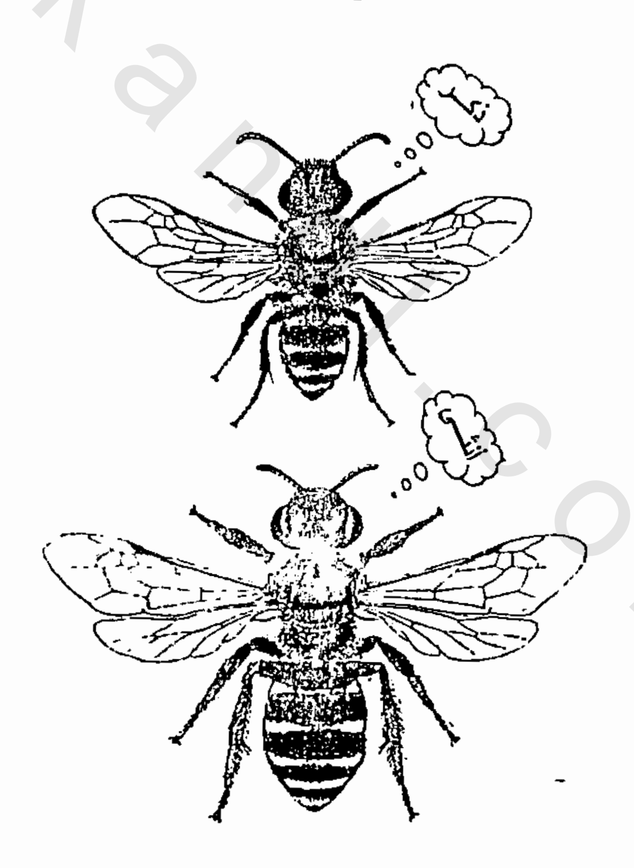


(شكل ٣٢) نحلة الخشب *Xylocopa sonoring*

وبدون شك هناك أنواع أخرى يمكن أن نجدها تحتل أعشاش صناعية ولكن لكى تستخدم تجارياً يجب أن تكون جماعية السكن gregarious تزداد عشائرها بسرعة فى أعشاش من صنع الإنسان وتزور محاصيل اقتصادية معينة ومفضلة تلك المحاصيل عن أنواع نباتية أخرى وذات قمة نشاط تتوافق مع تزهير المحصول وسهلة التداول والإدارة وغير معرضة لأمراض أو طفيليات يصعب التغلب عليها.

٣- النحل الإنفرادى فى مصر Solitary bees in Egypt

يوجد فى مصر أنواع عديدة من النحل الإنفرادى لم تستغل بعد حيث يشاهد فى البيئة الزراعية عدد من النحل القاطع للأوراق وأنواع أخرى تعيش تحت ظـــروف صعبة من تدخل الإنسان فالرى بالغمر قاتل للأنـــواع التـــى تعيـــش فـــى التربـــة وعمليات الفلاحة الأخرى مثل حرث التربة والرش بالمبيدات وإزالـــة الحشـــائش بالتأكيد أضرت بالكثير من الأنواع وتحويل الأرض الزراعية والأراضى البور إلى مبانى تعمل على إزالة أعشاش مثل هذه الحشرات وتحوى قائمـــة الحشـــرات فـــى مصر (شلبى ١٩٥٨) عشرات الأنواع الهامة منها على سبيل المثال سجل نحـــو ١٥ نوع يتبع الجنس (Andrenidae) *Andrena* ومنها النوع *A.ovatula* (شكل ٣٣) وهـــو نحل برى ذات فائدة ملحوظة فى تلقيح أزهار المحاصيل الزراعية وأشجار الفاكهة.



(شكل ٣٣) حشرة الاندرينا **(K.)** ***Andrena ovatula***

ومنها ما هو متخصص على نبات واحد ومنها ما يزور نباتات تتبع عائلات نباتية مختلفة. وهناك عدد من الأنواع التى تتبع عائلة Megachilidae ومنها ١٩ نوع يتبع الجنس *Megachile* مثل *M.arabica* وهو نحل قاطع للأوراق يجمع حبوب اللقاح والرحيق ويبنى أعشاشه فى تجاويف الخشب الجاف أو جذور الأشجار أو سوق النباتات أو فى تجاويف المبانى أو فى التربة ومن الأنواع *Chalicodoma siculum* المنتشر فى مصر العليا والذى يعمل على أزهار الفول والحلبة والبسلة والترمس والذى سبب بعض المشاكل فى المعابد الأثرية بمصر العليا. ففى معبد الرامسيوم بالأقصر وجدت عشوش النحل تغطى جدران المعبد لإرتفاع ٢٠ متراً. كما تنتشر فى مصر عدد من أنواع نحل الخشب (Xylocopinae) مثل *Xylocopa aestuans* التى تحفر أنفاقاً فى خشب أسقف البيوت الريفية. كما يوجد فى مصر أكثر من ٣٦ نوع يتبع الجنس *Anthophora* مثل *A.agama* كما سجل ثلاثة أنواع تابعة للجنس *Nomia* منها *N.edentata* وأنواع لأجناس أخرى قريبة مثل الأجناس *Margrettii*, *Nomiodes* وهناك أكثر من ٢٧ نوع من النحل تابع للجنس *Osmia* وهو نحل إنفرادى مشهور فى أنحاء العالم ومنها النوع *O.rufa* وقائمة الحشرات المصرية بها الكثير من الأنواع الأخرى ليس هنا مجال لذكرها كلها.

وفى صحراء مصر الغربية شاهد المؤلف العديد من الأنواع خاصة فى التربة القلوية فى المزارع الجافة dry-farms مثل مزارع الزيتون التى تعتمد على مياه الأمطار والأنظمة البيئية الطبيعية.بعض هذا النحل يسكن التربة والبعض يسكن فى سيقان النباتات الجافة وتعمل الزراعة وعمليات الفلاحة بين أشجار الزيتون أو إزالة النباتات البرية لزراعة الأرض على هدم مساكن هذا النحل ومن الأنواع التى تم تعريفها *Anthophora (Anthophoridae) near candida* ومن عائلة Halictidae سجلت الأجناس *Bembex* sp. مثل *B.turca* والجنس *Evylaeus* sp. وعشرات الأنواع التى لم يتم تعريفها بعد ومن المهم الإشارة إلى إمكانية إستغلال بعض هذه الأنواع التى يمكن أن تربى صناعياً كما يمكن نقل بعض الأنواع الموجودة فى البيئات الطبيعية المصرية إلى البيئة الزراعية التى أثرت المبيدات على العديد من أنواعها والهدف فى جميع الأحوال هو تلقيح الأزهار لزيادة الإنتاج وتحسين نوعية الإنتاج فى أغلب الحالات.

الباب الثالث: الملقحات الحشرية الأخرى

Other insect pollinators

لقد سبق القول أن النحل والذى يتبع غشائيات الأجنحة أكثر الملقحات العامة أهمية رغم أن هناك مجاميع أخرى تزور الأزهار وتجمع حبوب اللقاح والرحيق. وبصفة عامة ـ الملقحات خلاف النحل ـ يغيب فيها الشعر الكافى على الجسم كما ينقصها أنماط سلوكية ضرورية هامة فى تلقيح النبات. ومع ذلك بعض مجاميع قد تكون هامة أو ضرورية جداً كملقحات لأنواع نباتية معينة. ورتب حرشفيات وثنائيات وغمديات الأجنحة تحتوى عديد من الملقحات القيمة.

أولاً: غشائيات أجنحة أخرى Other Hymenoptera:

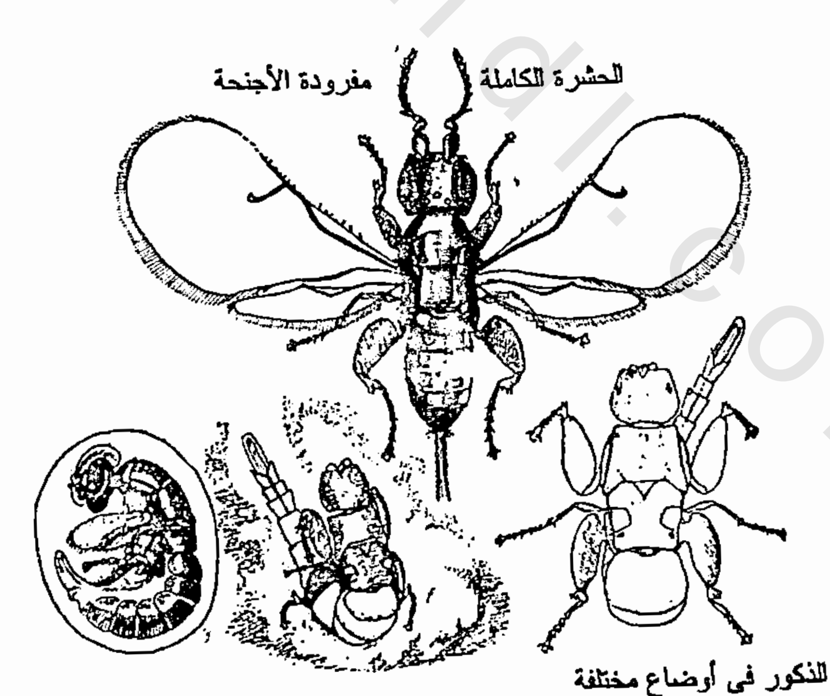
غشائيات الأجنحة الأخرى خلاف النحل أقل إرتباطاً بالأزهار ولكن يتغذى كثير من الدبابير الأخرى والنمل على المنتجات الزهرية أثناء جزء من حياتهم. وهناك دبابير تتغذى على الحشرات أو لحوم أخرى كمصدر للبروتين ولكن عادة ما تزور الأزهار لأجل الرحيق. ومعظم الدبابير ذات أجسام ' سة ولذا فهى أقل كفاءة كجامعات لحبوب اللقاح من وجهة النظر التركيبية مقارنة بالنحل الغزير الشعر. ولا تعتمد ـ عموه . هذه الدبابير على المنتجات النباتية فى حياتها. وهناك إستثناء وهو مجموعة دبابير غير عادية تابعة لتحت عائلة Masarinae معظمها يشبه النحل وتزود أعشاشها أساساً بحبوب اللقاح والرحيق. ومع ذلك ـ وعلى خلاف النحل ـ هذه الدبابير ليست غزيرة الشعر وليس لها تراكيب لجمع حبوب اللقاح على الجسم. وبدلاً عن ذلك تحمل الأنثى خليط حبوب اللقاح والرحيق فى حوصلتها وتتقيئه فى العش وكثير من الـ masarines يجمع غذائه من نوع نباتى واحد فقط أو من أجناس نباتية قليلة قريبة الصلة. وكثير من الأنواع ذات أجزاء فم متخصصة تستطيع بواسطتها إستخلاص الرحيق من النباتات. ومعظم أفراد المجموعة ليست حشرات شائعة وبصرف النظر عن هذه الحشرات أو الدبابير الأخرى تمثل كثير من الحشرات زائرات تتردد على الأزهار بغرض جمع الرحيق وبدون شك يتسبب عنها قدر من تلقيح النباتات البرية والإقتصادية. وفيما يلى أمثلة من غشائيات أجنحة وثيقة الصلة بالأزهار وتلقيحها.

١- دبابير التين Fig wasps:

ينتمى التين إلى جنس كبير معظمه إستوائى هو الـ *Ficus* عائلـه Moraceae يحوى ٩٠٠ نوع. أنواع التين إما ثنائية المسكن dioecious (حيث تحوى نباتـات ثمار مذكرة male syconia ونباتات أخرى منفصلة تحوى ثمـار مؤنثـة female syconia) أو أحادية المسكن monoecious (توجد كل من الأزهار المؤنثة والمذكـورة فى نفس الثمرة syconium). لكل نوع من التين (فيما عدا الذى يلقح ذاتياً والقـابل للأكل) ذات إرتباط تكافلى شديد ومعقد وعادة مع نوع واحد من الملقحات الحشرية. وجميع تلك الملقحات دبابير تنتمى إلى غشائية الأجنحة عائلة Aganoidale والتـى تحوى أنواع عدة فى أجناس كثيرة.

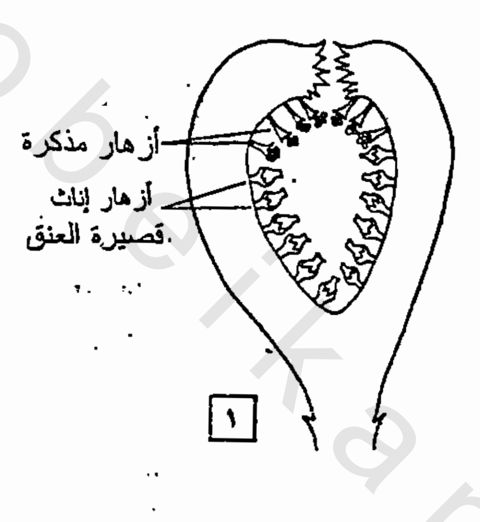
أ- أنواع تين ثنائية المسكن:

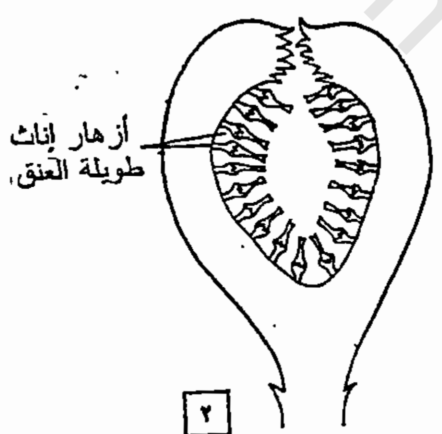
لقد تبين الإرتباط التكافلى الشديد بين نباتات الجنس Ficus وملقحـات الأزهـار لدبابير من كالسيدويد تابعة لجنس *Blastophga* (شكل ٣٤) عند محاولة إدخال صنف



(شكل ٣٤): دبور التين المسئول عن إعطاء نكهة ونوعية ممتازة لثمار التين

التين Smyrna إلى الولايات المتحدة (شكل ٢٨) فلقد لوحظ فى سنوات قبل ١٩٠٠ أن نوعية ونكهة التين المزروع فى أمريكا أقل كثيراً من مثيله الموجود فى آسيا الصغرى. وأوضحت الدراسة حقيقة أن ذلك يرجع إلى تلقيح الأزهار بواسطة دبور البلاستوفاجا *Blastophaga psenes* فأشجار صنف التين Smyrna إناث ولا تنتج الأزهار حبوب لقاح(شكل ٣٥).



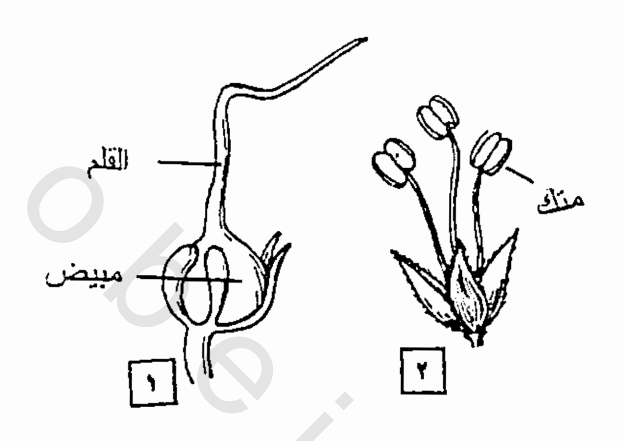


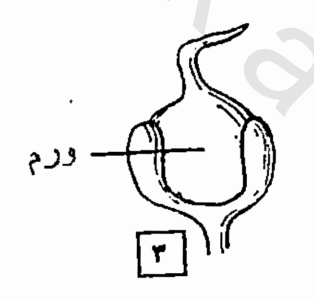
وزهرة التين عبارة عن عديد من الزهيرات الدقيقة الغير تامة متراصة (سيطلق عليها أزهار للتبسيط) داخل وعاء كمثرى الشكل ذات فتحة ضيقة Ostiole عادة ما تكون مغلقة بحراشيف لدنة. وهذه الفتحة توجد فى النهاية الحرة للثمرة وهى تمثل فتحة الدخول للأزهار. وإذا لم تلقح الأزهار لن تتكون البذور وكذلك اللحم القريب من القرص الزهرى الذى يحمل الأزهار كما لن تتكون حلاوة التين ولا النكهة الجوزية الطعم التى تتميز بها الثمار الممتازة.

(شكل ٣٥): (١) قطاع فى وسط ثمرة التين البرى caprifig توضح الأزهار المذكرة بالقرب من فتحة الثمرة أسفلها الأزهار المؤنثة القصيرة العنق حيث تنمو الحشرات مكونة أورام (٢) قطاع فى ثمرة التين التجارى الذى يحوى فقط أزهار طويلة العنق.

وصنف التيـــن المنتـــج لحبوب اللقاح *Ficus carica* والذى يعرف بإسم الكــابرى فج caprifig يعطى ثمـــارا غير قابلة للأكل ويتم التلقيـح بواســـطة أنثـــــى دبـــور التين.تضع إناث هذه الحشرة بيضها فـــى أزهـــار التيـــن البرى (الكابرى فج) وتنمـــو يرقاتها فى ثآليل صغيرة عند قواعـــــــد الأزهـــــــار (شكــــــل٣٦). والذكـــور المتكونـــة عميـــاء عديمـــة الأجنحة ولا تغادر بتاتا نبات التين البرى الذى نمت فيـــه ولكنها تزحف تجاه الإنـــاث لتقرض الثآليل التى توجد بها وتلقح الإناث خلال فتحـــات تحدثـــها وتنطلـــق الإنـــاث بعد التزاوج.

Flowers of *Ficus carica*







شكل (٣٦) أزهار التين البرى. (١) زهرة أنثى (٢) زهرة ذكر (٣) زهرة أنثى ذات ورم (٤) الدبور *Blastophaga psenes* وهو يهرب من الورم.

وتكون فى هذا الوقت محملة بحبـــوب اللقاح من أسدية أزهار التين الـــبرى وتأخذ طريقها إلى الخارج خلال فتحة الـ ostiole وتطير بين أشجار التين باحثـة عن مكان مناسب لوضع البيض وتدخل فى الـ smyrna fig وبالمثل فى التين البرى ويقال أنها لا تضع بيض فى التين الأول وذلك لبعد مواقع مبـايض الأزهـار فـلا تستطيع آلة وضع البيض من الوصول إلى المبايض إلا أنها تمشى فـوق الأزهـار الصغيرة ناثرة لحبوب لقاح أزهار التين البرى التى تربت فيها تلك.الإنـــاث فيتم التلقيح وتتكون ثمار حلوة المذاق.

يوجد فى التين البرى ثلاثة أنماط من الأوعية receptacles (أقراص زهريـة) كل منها مرتبط بالدورة التكاثرية للملقح الحشرى والذى يمكن أن ينمو فقـط فـى أزهار التين البرى. يتكون النمط الأول فى الشتاء وهو يحتوى علـى كثير مـن الأزهار المحايدة neuter flowers (إناث محورة) حيث تدخل إنـاث الدبـور إلـى الأزهار المتعادلة وتضع بيض وتموت. وتنمو اليرقات فى مبايض الأزهار وتكمـل نموها إلى حشرات كاملة فى الربيع. تخرج الذكور أولاً وتلقح الإناث دون أن تغادر الأزهار أبداً وتموت. وتخرج الإناث بعد وقت قصير من التلقيـح وتـترك الثمـرة حاملة معها حبوب اللقاح من الأزهار الذكور الموجودة عند المدخـل (شـكل ٣٥). جزء من عشيرة الحشرة يتجه إلى تين الـ smyrna وجزء آخر يتجه إلـى التيـن البرى الذى يحوى نمط آخر من الـ receptacles يحتوى إما خليط مـن الأزهـار المتعادلة والأزهار الإناث أو أزهار إناث فقط. تدخل الدبابير وتضع بيض على كـل من نمطى الأزهار ولكن ينمو فقط البيض المتواجد فى الأزهار المتعادلة. وتـؤدى أنشطة وضع البيض أيضاً إلى تلقيح عرضى للأزهار الإناث وهذه تكون بذور تخـرج الإناث الملقحة فى الخريف لتذهب إلى النمط الثالث للـ receptacles حيـث تنمـو اليرقات بنجاح فى هذه الأزهار وتخرج فى الشتاء وتستمر دورة الدبور على التين البرى.

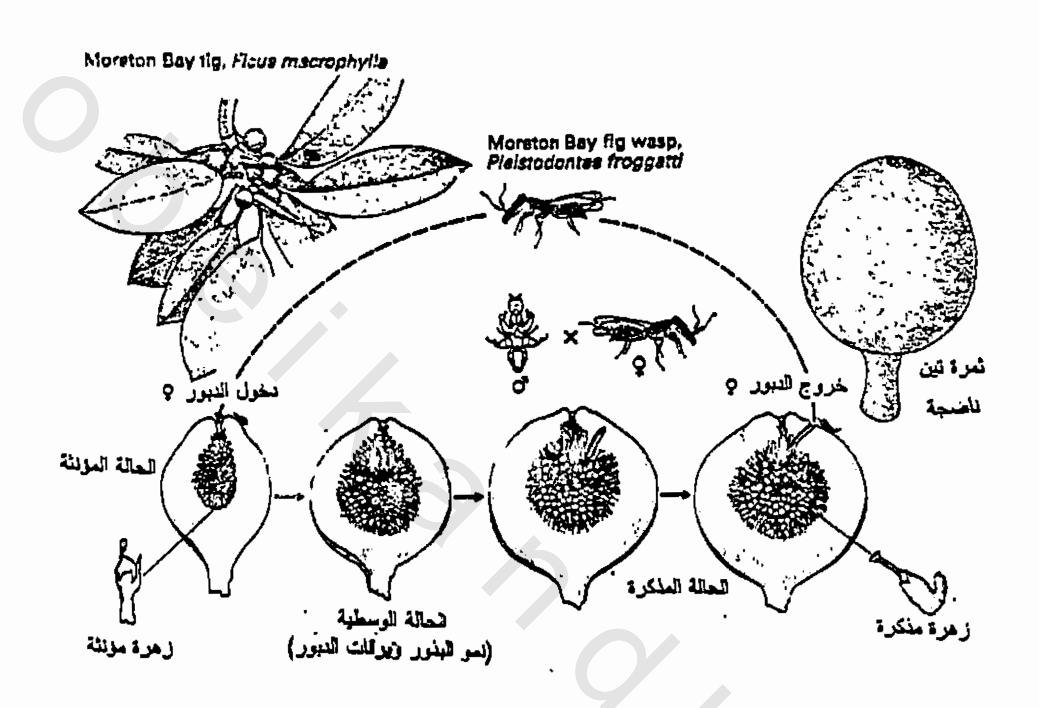
بعد معرفة هذه العلاقة بذلت عدة مجهودات لإحضار بعض من تلك الدبابير من الجزائر إلى كاليفورنيا وقابل هذه المجهودات كثير من الفشل إلى أن تمكن العلمـاء من توطين هذه الحشرة. وأصبحت نوعية ونكهة التين المنتج فى أمريكا مساو للتيـن

المنتج فى آسيا الصغرى، وأصبح من المهم زراعة التين البرى جنباً إلى جنب مع smyrna fig حتى يمكن الحفاظ على الوجود الدائم لهذه الحشرة حيث أنها لا يمكن أن تتكاثر فى التين القابل للأكل. وتزال ثمار التين المحتوية على دبابير التين الكاملة من أشجار التين البرى وتربط بالخيط لكى تعلق بين أفرع أشجار التين الذى يؤكل المؤهل للتلقيح. من مشاكل دبابير التين أنها عملت على نقل ونشر أحد أمراض العفن من التين البرى إلى تين الـ smyrna لهذا ربيت هذه الدبابير بالملايين فى حضانات معقمة وأطلقت حرة فى البساتين خالية من جراثيم الفطر الممرض.

تحمل شجرة التين عدد من الصفات الغير عادية التى تساعد على حياة ملقحها من الدبابير. على سبيل المثال الحراشيف اللدنة الموجودة عند مدخل الوعاء الزهرى receptacles لا يشجع دخول المفترسات والطفيليات وبذا ترتفع عشائر الدبابير. كما يحمل النبات البرى أزهار خاصة (المتعادلات) التى تنمو فيها اليرقات النامية. وتكرس هذه الأوعية الزهرية تماماً لهذا الإستخدام فى الشتاء. ومن الناحية الوراثية يرتبط بكل نوع من التين كما سبق القول نوع واحد من الدبابير.

ب- أنواع تين أحادية المسكن:

نطرق مرة ثانية لمثال آخر غشائى الأجنحة خلاف النحل هام جداً فى تلقيح الأزهار ومرة أخرى مع أحد أنواع التين ولكن هنا تين أحادى المسكن مثل *F.macrophylla* تنتج شجرة التين هذه محصول ضخم من ٥٠٠ إلى ١٠٠٠٠٠٠ ثمرة (syconia) وعادة مرتان فى السنة (شكل ٣٧). ولكن كل ثمرة تتطلب على الأقل نشاط دبور واحد حتى يمكنها أن تنتج بذور. تدخل أنثى الدبور *Pleistodontes froggatti* ثمرة التين الحاملة لحبوب اللقاح Fig syconium فى أولى مراحل نموها (المرحلة الأنثوية) خلال فتحة الـ ostiole وتلقح الإناث الأزهار التى تبطن الفراغ الشبه كروى الداخلى وتضع البيض فى بعض الأزهار (دائماً أزهار ذات أقلام قصيرة short-styled) وتموت.



(شكل ٣٧) دورة حياة دبور التين *Pleistodontes froggatti*
التي تتوافق ومراحل نمو ثمرة التين *Ficus macrophylla*

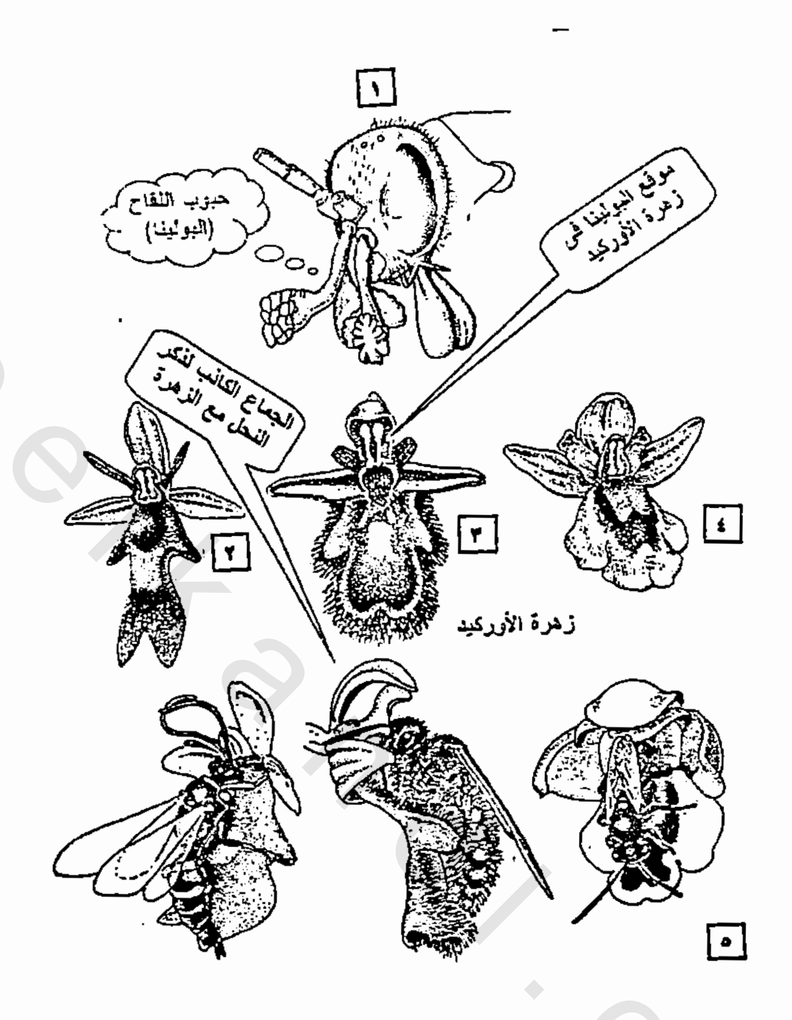
وتنمو كل يرقة داخل مبيض زهرة فيتكون ورم زهرى gall flower. والأزهار الإناث الأخرى (عادة أزهار طويلة الأقلام long-styled) تهرب من وضع البيض ولكن بعد التلقيح تكون بذور وهنا تكون الثمار فى المرحلة الوسطية.بعد نحو شهر من وضع البيض تخرج الذكور العديمة الأجنحة من بذورها وتتزاوج مع الدبابير الإناث التى مازالت فى مبايض التين. بعد وقت قصير من خروج الدبابير الإناث

تجمع حبوب اللقاح من عدد آخر وافر من الأزهار الموجودة داخل الثمرة syconium (التى تصبح فى ذلك الوقت فى المرحلة الذكرية male phase) وتخرج الإناث المحملة بحبوب اللقاح وتغادر الثمار الناضجة لتبحث عن شجرة تين من نفس النوع تحوى ثمار فى بدء النمو ومناسبة لوضع البيض مع ملاحظة أن نمو ثمار التين على الشجرة الواحدة وتحولها من مرحلة إلى أخرى ذات توافق شديد مع نمو الدبابير. كما تنتج أشجار التين مواد جاذبة طيارة خاصة بنوع التين تسمح للدبور للإهتداء الصحيح لشجرة تين أخرى.

لقد سبق القول بأن لكل نوع من أنواع التين نوع خاص من الدبابير هام فى تلقيح الأزهار فالمستقبلات الحسية لنوع الدبور الخاص تستجيب فقط للكيماويات الطيارة لعائلها النباتى الخاص. كما أن حجم وشكل القشور الحارسة لفتحة الثمرة fig ostiole تسمح فقط لدبور التين ذات الحجم والشكل الصحيح وبالطبع لا تسمح لأعداء الحشرة بالدخول. إن هذا الإرتباط الوثيق يهدم نظرية التطور من وجهة نظر المؤلف فبدون الحشرة لا تتكون البذور وبدون النبات تموت الحشرات ولا يعتقد أن النبات كان لديه فسحة من الوقت لكى يطور قشرة لدنة تسمح بدخول نوع دون غيره فهذا هو خلق الله، وسبحان الله الخالق العظيم خالق كل شئ بقدر.

٢- دبابير الأوركيد Orchid wasps:

لقد سبق عرض بعض أنواع الدبابير الفردية وعلاقتها بتلقيح الأزهار وفى حالة النحل الإجتماعى والفردى وفى جميع الحالات ينتج عن نشاط الإناث من جمع الرحيق وحبوب اللقاح تلقيح الأزهار التى تزورها وهنا سنتعرض إلى ميكانيكيات تلقيح الأوركيدات الحشرية insectorchids التابعة للجنس *Ophrys* والتى تظهر بعض من آيات الله فى خلقه يصعب على مدعى نظريات التطور وضع التفسيرات العلمية لها.

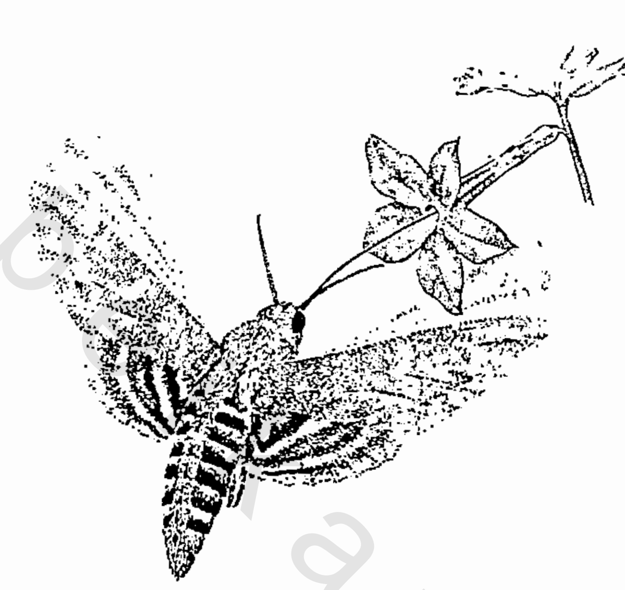


شكل (٣٨) (١) رأس ذكر الدبور *Gorytes capestris* تحمل بولينا لنوعان من الأوركيدات *Ophryis insectifera* *(إلى الشمال)* و *Listera ovata* (إلى اليمين). (٢) الأوركيد الذبابي (٣) مرآة الحب *(Ophrys speculum)*. (٤) أوركيد النحل الأصفر *(O.lutea)*
(٥) الأوركيدات السابقة أثناء محاولة ذكور الحشرات تلقيحها إعتقاداً أنها تلقح إناثها.
الدبور الفردى *Gorytes mystaceus* *على الأوركيد الذبابي و* *Composcolia ciliata* على مرآة الحب والنحل الانفرادى *Andrena maculipes* على أوركيد النحل الأصفر.

الأوركيدات الحشرية هى أزهار تشبه الحشرات فهناك الأوركيد الذبابى والأوركيد النحلى... وهكذا. ولقد سميت هذه الأزهار بالأوركيدات الحشرية أى التى تشبه الحشرات قبل التوصل إلى حقيقة الشبه وتأثير العطر المختلف الذى يطلقه كل نوع من الأزهار على أنواع معينة من الحشرات. لقد تأكد الآن أن مظهر ورائحة الزهرة الخاصة تعمل على خداع ذكور خاصة من الحشرات والتى تعتقد أنها إهتدت إلى إناث نفس نوعها لكى تحظى بالتزاوج معها. وعند محاولة الذكور أداء عملية التزاوج تلتصق حبوب اللقاح والمسماة بولينيا (شكل ٣٨) بهذه الذكور أثناء جماع الزهرة فيما يعرف بالجماع الكاذب pseudocopulation. هذا الجماع عالى التخصص. فذكور النوع الحشرى فى الطبيعة ينجذب إلى إناث نوعه عن طريق الفرمون الجنسى الخاص بإناث النوع. وزهرة الأوركيد التى تشبه نوع خاص من الحشرات تطلق فى نفس الوقت عطر يضاهى فرمون أنثى الحشرة فتجذب ذكورها. ويتضمن الجماع الكاذب تكيف إستثنائى غاية فى الغرابة يتضمن إستغلال زهرة الأوركيد للحشرة ولا يشكل ذلك أى نوع من التكافل symbiosis بالمعنى المعروف حيث لا تحصل الحشرة على أية منافع من الزهرة سوى ممارسة الجماع معها. من أمثلة ذلك زهرة الأوركيد المعروفة بإسم مرآة الحب (*Ophrys* mirror-of-venus *speculum*) الموجود فى غرب البحر المتوسط تهفو إليها ذكور دبور *Composcolia ciliata* (Scoliidae). وأوركيد النحلة الصفراء *O.lutea* الذى يجذب النحل الإنفرادى *Andrena maculipes*. والعجيب أن هناك بعض أزهار الأوركيد الحشرية قد تجذب أكثر من نوع من الذكور ولكن للعجب نوعان متقاربان جداً من الحشرات حتى فى التركيب الكيماوى للفرمونات الجنسية لهم مثل الأوركيد الذبابى fly orchid الذى يلقح بنوعان من الدبابير ذات المعيشة الفردية solitary wasps تابعة للجنس *Gorytes* مثل النوع *G.mystaceus*. تلقيح الجماع الكاذب شائع بين دبابير إستراليا التابعة لمجموعة Thynnine (Tiphiidae).

ثانياً: حرشفيات الأجنحة Lepidoptera:

تتغذى معظم الحشرات الكاملة الحرشفية الأجنحة على الأزهار باستخدام خرطوم (شكل ٣٩) طويل ورفيع له القدرة على الفرد والسحب مما يمكنها من الوصول إلى مصدر الغذاء (الرحيق) البعيد نسبياً عن الرأس. يختلف طول الخرطوم من ١ إلى ٢٥٠ ملم



(شكل ٣٩) الفراشة الصقرية وهى تحوم أمام الزهرة ذات الكلورولا الطويلة الأنبوبية مستعملة خرطومها الطويل للوصول إلى الرحيق.

الذى يلتف تحت الرأس عند عدم الإستعمال. أبى دقيقات تزور الأزهار المتفتحة أثناء النهار ويطلق على الأزهار التى تلقح بأبى دقيقات butterfly pollination المصطلح psychophily. بينما تزور الفراشات (Phalaenophily) moth pollination الأزهار التى تتفتح ليلاً أو تلك التى تظل منفتحة ليلاً. ونظراً لأن معظم الأبحاث تجرى على الأزهار أثناء النهار لذا فإن قيمة الفراشات كملقحات لم تكتمل بعد.

أهم مجاميع حرشفيات الأجنحة ذات العلاقة بالأزهار تشمل عـــائلات منـــها Papilionidae مثل أبى دقيقات أو Noctuidae مثل فراشـــات الديـدان القارضـــة والفراشات البومية owlet moths و Geometridae مثل القياسات و Pyralidae مثـــل الفراشات الأنفية snout moths و Arctiidae مثل الفراشات النمريـــة و Sphingidae مثل الفراشات الصقرية hawk moths.

الأزهار التى تلقح بأبى دقيقات عادة ذات لون أحمر ساطع أو برتقالى ويمكن لبعض أبى دقيقات على الأقل أن ترى اللون الأحمر. للأزهار عادة تويـــج ضيـــق وطويل ورحيق فى القاع سهل الوصول إليه بأجزاء الفـــم المتخصصـــة. ومعظـــم الأوجه الأخرى للأزهار التى تلقح بأبى دقيقات والفراشات النهارية متشـــابهة مـــع الأزهار التى يلقحها النحل حيث تهتدى هذه الحشرات إلـــى الأزهـــار بالإبصـــار والرائحة. وعلى العكس معظم أزهار الفراشات بيضاء وشذى عادة ينبعـــث عقـــب غروب الشمس وأزهار الفراشات التى ليست بيضاء تكون صفراء مثل زهرة الربيع الليلية evening primrose التى تعطى ألوان تميزها عن الخلفية السوداء التى حولـــها. إنطلاق الرحيق والعطر صباحاً لأبى دقيقات التى تنشط نهاراً أو انطلاق الرحيـــق والعطر مساءاً لأجل الفراشات التى تنشط ليلاً هل يمكن لمدعى نظرية التطـــور أن يضعوا تصوراً لكيفية نشوء هذه العلاقة؟

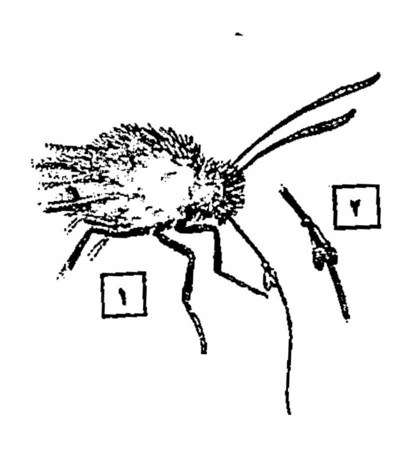
تعتبر الفراشات الصقرية (شكل ٣٩) أكثر الملقحـــات الحشـــرية الحرشـــفية الأجنحة إثارة وهى تشاهد فى المساء أو الليل تندفع بسرعة ورشاقة من زهرة إلـــى أخرى. ولا تهبط الفراشات عادة على الأزهار ولكن تحوم فى الهواء وأجزاء فمـــها ممتدة للأمام للبحث عن الرحيق لأن الأزهار غير مزودة عـــادة بأمـــاكن للـــهبوط landing platforms وممرات معقدة كما فى الأزهار التى يزورها النحل. لذا فـــإن الفراشات لا تتغذى إلا على الرحيق فقط. ولكن تشير أبحاث جامعة كلورادو علـــى أزهار *Oenothera* أن الفراشات تحصل على مواد غذائية أخرى خـــلاف المـــواد الكربوهيدراتية الطبيعية الموجودة فى الرحيق. حيث وجد أنه عندما تسقط حبـــوب اللقاح على قطرات الرحيق تنطلق منها أحماضاً أمينية تبتلعها الفراشات عند تغذيتها

على الرحيق. وهذا يوضح أن بعض الحشرات التى لا تتغذى على حبوب اللقاح قد يكون فى إستطاعتها الحصول على مواد غذائية إضافية عن هذا الطريق. وفيما يلى بعض الأمثلة التى فيها التلقيح بحرشفيات الأجنحة لاغنى عنه:

١- الأوركيدات Orchids:

مع بعض الفراشات تشاهد علاقات تكافلية mutalistic مع بعض النباتات. فالنبات يخصب بحبوب اللقاح الملائمة بينما تحصل الحشرات على الغذاء من الأزهار التى تجذبها. وهناك إرتباطات بين أطوال خراطيم الفراشات وعمق الأزهار مع عدد من الأوركيدات. على سبيل المثال أوركيد نجمة مدغشقر *Angraecum sesquipedale* ذات مهاميز زهرية floral spurs تتعدى عادة ٣٠سم فى الطول وتلقح بواسطة الفراشة العملاقة *Xanthopan morgani* (Sphingidae) *preadicta* يبلغ طول خرطومها ٢٥سم طول ويمكن أن تصل الفراشة للرحيق داخل المهاميز الزهرية وعند رفع رأسها فى الزهرة تلقح الأوركيد وبالطبع لا تستطيع حشرة أخرى أداء ذلك.

بالرغم أن الأوركيدات الإستوائية ذات أحجام وأشكال وألوان لا تصدق نجد بعض من أوركيدات المناطق المعتدلة الشمالية صغيرة وعلى علاقة وثيقة بالحشرات الملقحة (شكل ٤٠). ومن أمثلة ذلك الأوركيد الهرمى pyramidal orchid. حبوب لقاح الأزهار

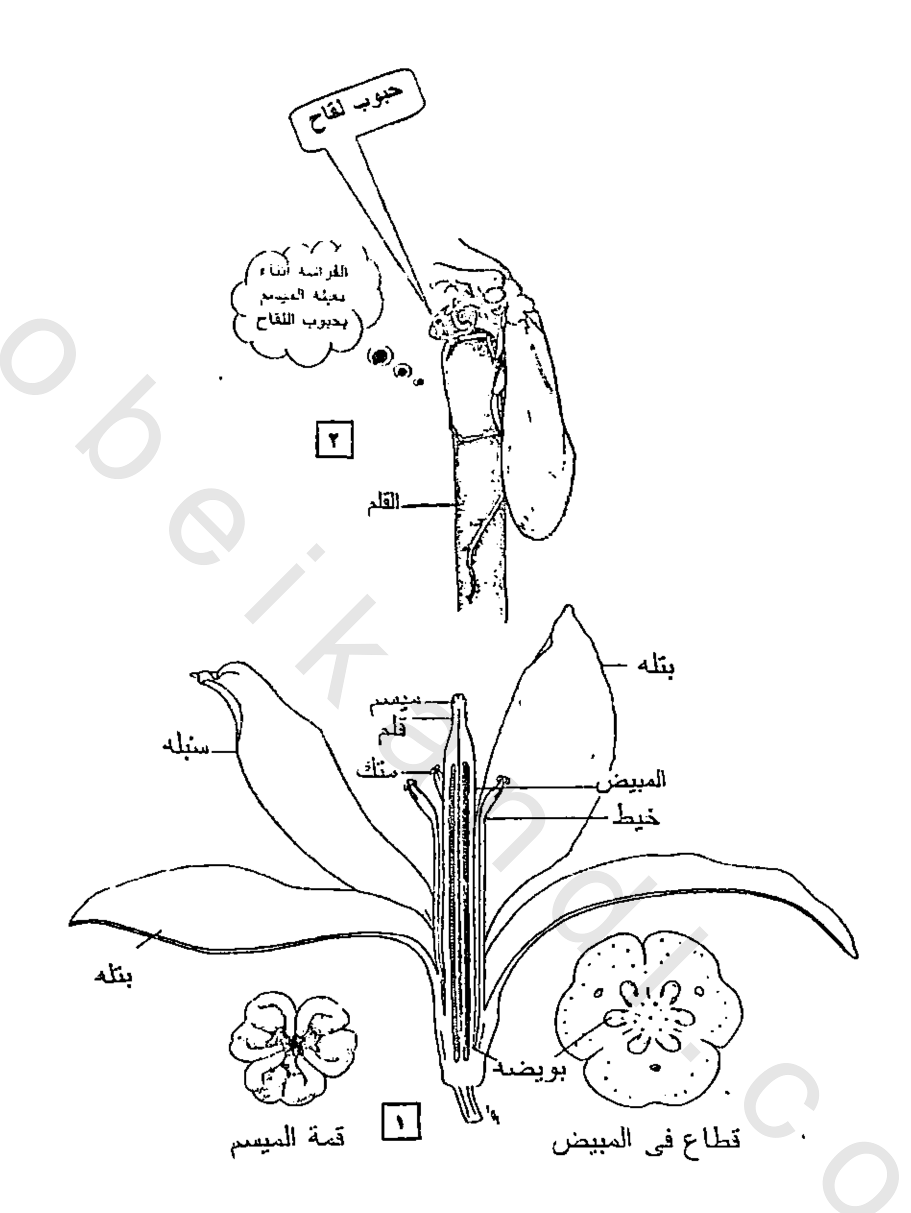


(شكل ٤٠) (١) رأس وصدر فراشة *Zygaena* موضحاً التصاق البولينا بخرطومها (٢) البولينا مكبرة.

فى أزواج مضربية الشكل club-shaped pollinia مقيدة بخيط لدن رفيع من قاعدتها فى قرص لاصق يسمى vicidium. ويحمى هذا القرص من الهواء بواسطة جيب غشائى يسمى bursicle. ويأخذ شكل القرص اللاصق شكل سرج الفرس وعند جسه بواسطة لسان الفراشة يلتف حول اللسان مثل البائة فتحمل حبتى اللقاح بعيداً على لسان الفراشة (كما فى Burnet moths). وقد يشاهد على لسان الفراشة زوج أو أكثر من حبوب اللقاح. وتعانى الفراشة بالتأكيد من عدم الراحة حيث لا تستطيع لف لسانها للراحة أو حتى إدخال اللسان كاملة فى زهرة أخرى لتتغذى دون أن تلتصق بميسم الزهرة الجديدة فيتم التلقيح.

٢- زهرة ألُيكا Yucca flower:

من أكثر الأمثلة إثارة فى التلقيح المتعمد من الحشرات لأزهار النباتات هى العلاقة الإجبارية الغير عادية بين فراشة بيضاء صغيرة هى فراشة ألُيكا *Tegeticula yuccasella* ونبات الخنجر الأسبانى أو ألُيكا. جميع نباتات ألُيكا أمريكية توجد على الجبال الشرقية وهى تلقح فقط بالفراشة السابقة وفى نفس الوقت الغذاء الوحيد ليرقات هذه الفراشة تجده فى مبيض زهرة هذا النبات الذى ينمو ويتسع إتساع غير طبيعى فى المكان المجاور لبيض الفراشة. ونظراً لأن زهرة ألُيكا الغير ملقحة تموت فوراً لذا فإن تلقيح أزهار النبات بواسطة هذه الفراشة ضرورى جداً لحياة اليرقات وحياة النبات. ويرجع عدم تلقيح نبات ألُيكا بواسطة الحشرات الزائرة الأخرى أن العضو الأنثوى زهرى الشكل vaselike style يتطلب أن توضع حبوب اللقاح بعناية فائقة ليـ ث الإخصاب. ولفراشة ألُيكا نمط سلوكى ينتج عنه تلقيح أزهار النبات وحياة صغار الفراشة. أجزاء فم الفراشة تحورت إلى مجسات منحنية curved tentacles تستخدم فقط لجمع حبوب اللقاح ولا تتغذى الفراشات على الإطلاق، لذا فحياتها قصيرة. عقب التزاوج تزور إناث الفراشات الليلية النشاط أزهار أليكا الكبيرة ذات اللون الأبيض الكريمى وتمكث الفراشة أثناء النهار داخل الزهرة وعند حلول الظلام تتسلق الفراشة (شكل ٤١) الأنثى الأعضاء الذكرية للزهرة (الأسدية) وتستخدم أجزاء الفم المنحنية لقشط حبوب اللقاح اللزجة من المتك.



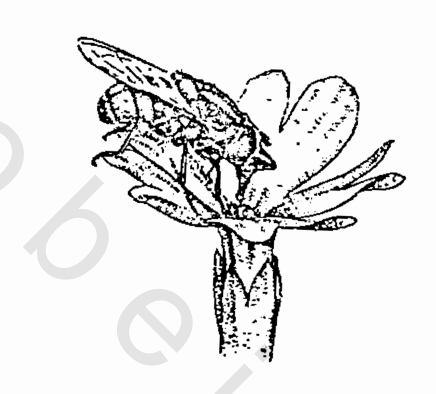
(شكل ٤١) (١) زهرة اليكا (٢) فراشة اليكا نحو ١ سم طولاً
أثناء تعبئة ميسم الزهرة بحبوب اللقاح

وتشكلها إلى كريات صغيرة. ثم تضع الفراشة هذه الكريات تحت رأسها بمساعدة أجزاء فمها وأرجلها الأمامية وتطير إلى زهرة أخرى. وتفحص الفراشة مبيض الزهرة الثانية وإذا وجدته مناسب تثقبه بمساعدة آلة وضع البيض وتضع

بيضة ثم تتسلق العضو الأنثوى الدورقى الشكل وتعبئ الإنخفاض الموجود فى الميسم بكريات حبوب اللقاح فيتم التلقيح (شكل ٤١). وتكرر الفراشة هذه العملية عدة مرات مع أزهار أخرى. وحيث أن الفراشة تنتقل إلى نبات آخر قبل وضع حبوب اللقاح ثم تكرر تلقيح أزهار أخرى لذا يحدث تنوع وراثى كبير بين أفراد نبات اليكا خلال عملية التلقيح الخلطى cross-pollination. ولن يتواجد هذا التنوع الوراثى إذا لقحت الفراشة نفس الزهرة. فالأنثى الواحدة تكرر عملية وضع البيض والتلقيح فى عدد من الأزهار حيث تضع بيضة أو أكثر فى مبيض كل زهرة. وفى الوقت الذى تبدأ فيه البويضات من تكوين البذور تفقس اليرقات من البيض وتبدأ فى التغذية على البذور النامية ولكن لا تستهلك كل البذور وينشأ عن ذلك نمو طبيعى لباقى بذور الزهرة وبأعداد أكثر مما تحتاجه يرقات الفراشة للغذاء. عند إكتمال نمو اليرقة تترك غلاف البذرة وتدخل فى التربة حيث تمضى الشتاء كعذراء. وتنضج البذور السليمة لزهرة أُليكا وتنتشر فى المنطقة. ويحدث خروج الحشرات الكاملة الناتجة عن الموسم الواحد من صغار الفراشة عبر ثلاث سنوات بعد التعذير لضمان حياة بعض من عشيرتها إذا حدث وفشلت نباتات أُليكا فى الأزهار والتى تحدث فى بعض السنوات. ويلاحظ فى هذا الإرتباط الإجبارى obligate association بين النبات والفراشة أن الأخيرة تضمن للنبات إنتاج البذور ويوفر النبات فى نفس الوقت الغذاء والمأوى ليرقات الحشرة. يلاحظ أن كلاً من الحشرة والنبات يعتمد إعتماداً كلياً على الآخر. واستبعاد أى من الحشرة أو النبات يعنى هلاك الآخر. وهذا مثال لتكاثر جنسى يحدث عن عمد خلال التلقيح الحشرى تُرى هل يعقل جمع الفراشة لحبوب لقاح لا تتغذى عليها أن ذلك له صلة بالتطور؟ وهل يعقل أخذ الفراشات لكريات حبوب اللقاح وتلقيح الزهرة عمداً بأن لذلك صلة بالتطور؟ وهل يعقل خروج الفراشات من عذاراها عبر ثلاث سنوات لضمان حياة صغارها وحياة النبات ذات صلة بالتطور والإرتقاء؟ إن العلاقة الدقيقة جداً بين النبات والحشرة لا تسمح بفاصل زمنى لأى تطور فوجود النبات بمفرده أو الحشرة بمفردها يعنى الموت أو الفناء للإثنين. ومن أوحى لهذه الحشرة أن تجمع الفراشة مادة التناسل من زهرة إلى أخرى دون أن تستعملها أو يستعملها صغارها غير الواحد الأحد الخالق. هو الله.

ثالثاً: ثنائيات الأجنحة Diptera:

يحدث تلقيح الذباب fly pollination والذى يطلق عليه myophily عندما يزور الذباب الأزهار للحصول على الرحيق بالرغم من أن بعض أنواع الذباب مثل ذباب السرفس Syrphidae (شكل ٤٢) يتغذى أساساً على حبوب اللقاح. تميل الأزهار التى يلقحها الذباب لأن تكون



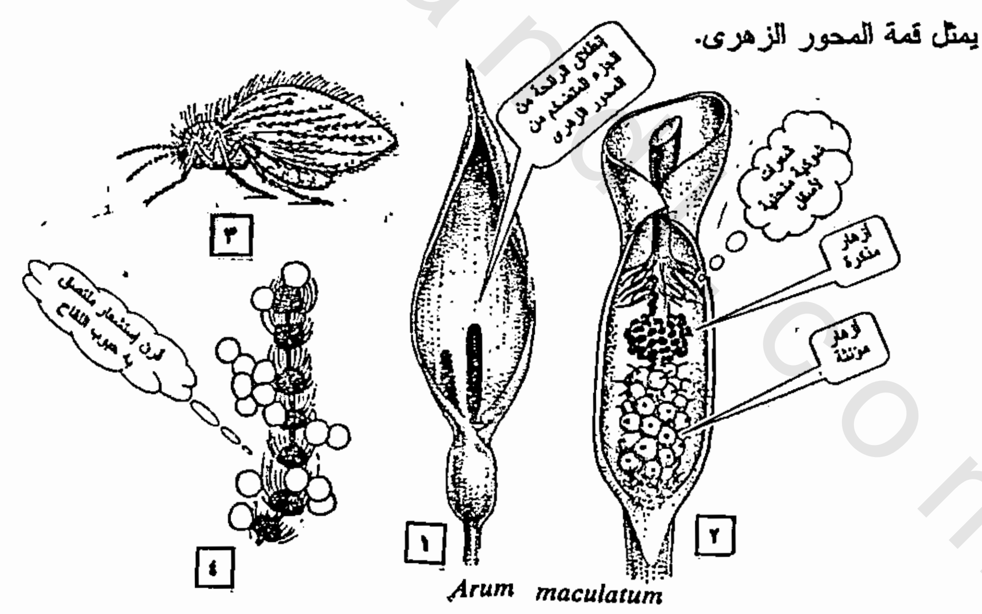
(شكل ٤٢) ذبابة السرفس *Rhingia campestris* ذات خرطوم صلب تتحسس به أجزاء الزهرة للوصول لمصدر الرحيق.

أقل جذباً من الأزهار التى تلقح بالحشرات الأخرى ولكن ذات رائحة قوية وعادة ما تكون كريهة. وعادة ما يستخدم الذباب كثير من المصادر المختلفة الغذائية لذا نشاطه التلقيحى غير منتظم ولا يعتمد عليه. ومع ذلك ــ الوفرة المطلقة للذباب ووجوده طوال العام يعنى أنه ملقحات هامة لكثير من النباتات. وكلاً من تحت رتبتى ثنائية الأجنحة تحوى أنواعاً محبة للأزهار anthophilous species. فى تحت رتبة Nematocera يشكل الباعوض والـ bibionids زائرات شائعة للأزهار. كما أن المفترسات (predatory midges) خاصة الأنواع التابعة للجنس (Ceratopogonidae) *Forcipomyia* تعتبر ملقحات أساسية لأزهار الكاكاو. وتوجد الملقحات الأكثر عدداً فى تحت رتبة Brachycera التى يعرف فيها ٣٠ عائلة على الأقل تحوى أنواعاً محبة للأزهار. تشمل ملقحات الذباب المعروفة جيداً عائلات Bombyliidae, Syrphidae, Chironomidae, Calliphoridae, Tachinidae, Tephritidae, Psychodidae.

١- عائلة Psychodidae:

تحوى العائلة الذباب الفراشـــى moth flies وذبـــاب الرمـــل sand flies. أفراد العائلة صغيرة إلى دقيقة جداً عادة ذات شعر غزير تشبه الفراشات. تتواجـــد الحشرات الكاملة فى المياه أو المناطق المظللة الرطبة. تتواجد اليرقات فى المـــادة النباتية المتحللة والطحالب والطين. معظم أفراد العائلة غير ضار بالإنسان ما عـــدا ذباب الرمل. يهمنا هنا الذباب الذى يشبه الفراشات.

من الطرق المثيرة فى تلقيح الذباب للأزهار ما يشاهد فى علاقته بأحد نباتات السوسن البرية *(Arum maculatum)* والذى يطلـــق عليـــه بنبـــات الـــ cuckoo (شكل ٤٣). يتكون الجزء الزهرى للنبات من محور طولى يطلق عليه spadix يقع على الجزء السفلى منه الأزهار الإناث ثم لأعلى طبقة مـــن الشـــعيرات الشـــوكية المنحنية لأسفل يعلو ذلك طبقة من الأزهار المذكرة ثم أخيراً عائق ثان أكثر كثافـــة من الشعيرات الشوكية المنحنية لأسفل أيضاً ثم أخيراً جزء متضخم إرجوانـــى اللـــون يمثل قمة المحور الزهرى.



(شكل ٤٣): (١)الجزء الزهرى فى نبات السوسن البرى
(٢) جزء من المحور الزهرى تم تعريته لبيان الأزهار الداخلية
(٣) الذبابة الملقحة للأزهار (٤) قرن استشعار الحشرة ممتلئ بحبوب اللقاح.

يلتف حول الأزهار زائدة نباتية.ورقية الشكل تغلف الأزهار داخـــل غرفــة اسطوانية مغلقة مفتوحة من أعلى لتظهر الجزء المتلقح من المحور الزهرى معـوى جزئياً من أحد الجوانب. عند تكشف الجزء المتضخم من المحور الزهرى كما فـى الوصف السابق تكون الأزهار الإناث ناضجة بينما الأزهار الذكور تحتاج يوماً آخر ليتم نموها وتكشف عن حبوب لقاحها. وهذا هام لتقليل التلقيح الذاتى الذى يضعـف النبات. ينبعث من الجزء المتضخم من المحور الزهرى كما فى الوصـف السـابق تكون الأزهار الإناث ناضجة بينما الأزهار الذكور تحتاج يوماً آخر ليتـم نموهـا وتكشف عن حبوب لقاحها. وهذا هام لتقليل التلقيح الذاتى الذى يضعـف النبـات. ينبعث من الجزء المتضخم فى المحور الزهرى فى هذا الوقت رائحة عفنة تجـذب الحشرات التى تتربى فى المواد العفنة مثل بعض أنواع الخنافس وحشرات أخـرى صغيرة خاصة أنواع من الذباب يشبه الفراشات يسمى بالـ Moth flies خاصـة التابع للجنس Psychoda الذى ينزلق بسهولة إلى قاع حجرة الأزهار نتيجة رطوبـة المحور الزهرى ونعومة سطحه وتظل الحشرات محبوسة فـى حجـرة الأزهـار بالقرب من الأزهار الإناث حيث لا تستطيع تسلق جدار الحجرة الرطبـة الناعمـة بالإضافة إلى إعاقة الأشواك المنحنية لأسفل. وتبقى الحشرات بالقرب من الأزهـار الإناث تتغذى على سائل حلو ينطلق من مياسم الأزهار فيتم التلقيـح بمـا تحملـه الحشرات من حبوب لقاح جلبتها من أزهار أخرى. فى صباح اليوم التالى تنضـج الأزهار المذكرة وتذبـل الزهـرة وتجـف جـدران حجـرة الأزهـار وتتـهدل الأشواك الشعرية فتبدأ الحشرات فى الخـروج بسـهولة، وفـى أثنـاء صعودهـا لأعلى يتعلق بجسمها حبوب اللقـاح المنطلقـة مـن الأزهـار المذكـرة وتطـير الحشرة باحثة عن زهرة أخرى متفتحـة حديثـاً لتحبـس مـرة ثانيـة لضمـان التلقيح الخلطى فى النبات الثانى.



٢- عائلة Syrphidae:

ذباب السرفس (شكل ٤٤)
ذباب محب للأزهار يشاهد عادة وهو يحوم فوقها. يشبه الكثير منه نحل العسل والبعض يشبه نحل البامبل والبعض يشبه الدبابير. وقد تصبح المحاكاة في بعض الحالات لافتة للنظر. وقد يكون السرفدز أهم الذباب الملقح للأزهار. فرغم أنها تزور نفس نمط الأزهار وهى مشابهة في ذلك النحل إلا أنها تزيد على ذلك بقدرتها على إستمرار أدائها الحقلى تحت ظروف سيئة لا يستطيع أن يظل النحل نشط تحتها.

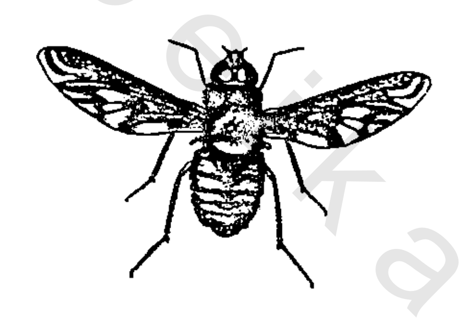
(شكل ٤٤): ذبابه السرفس من الحشرات المحبة للأزهار

والذباب مثل النحل أيضاً من ناحية تغذيته على حبوب اللقاح بالإضافة إلى الرحيق. لذا قد يشكل الذباب ملقحات هامة في المناطق التى تزهر فيها النباتات أثناء الطقس القاسى. تختلف يرقات السرفس كثيراً فى عاداتها ولكن بعض أنواعها عيس فى أعشاش النحل الإجتماعى.

٣- عائلة Bombyliidae:

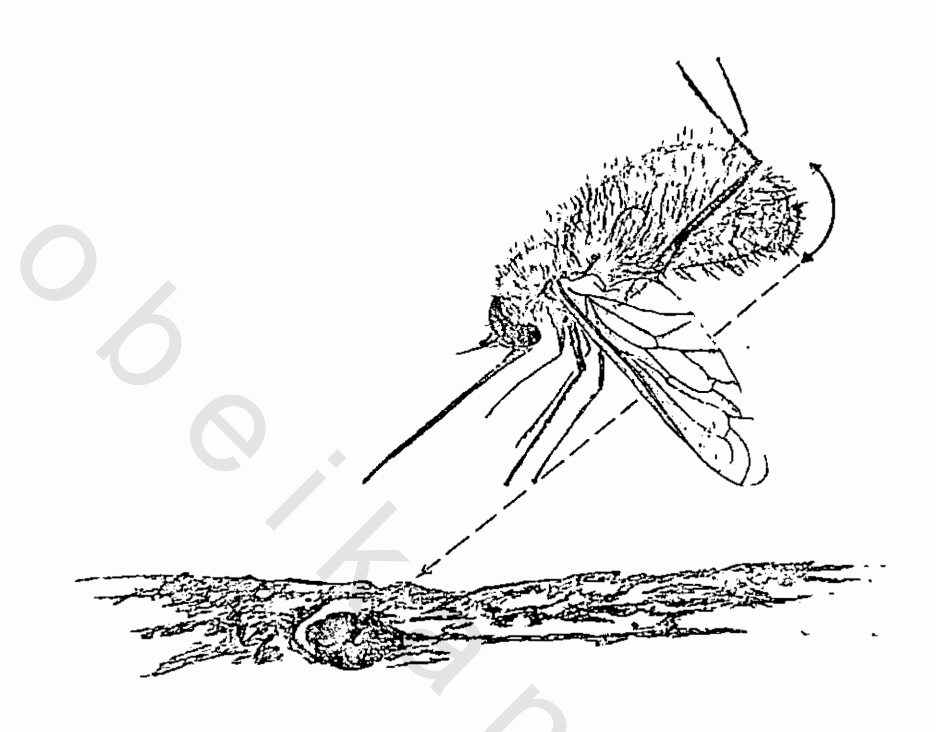
يطلق على أفراد العائلة بالذباب النحلى bee flies ويدل هذا الإسم الشائع ضمناً على أن هذا الذباب يشبه كثيراً النحل فى المظهر والسلوك (شكل ٤٥).

معظم أفراد العائلة كبير الحجم وذات جسم قوى ملئ بالشعر. الذباب حشرات شائعة فى المناطق الجافة ذات أجزاء فم طويلة ورفيعة slender probocis. تعتبر الحشرات ملقحات هامة ولكن يبدو أنها أقل نشاطاً تحت ظروف الطقس السيئة على خلاف السرفدز. جميع يرقات العائلة طفيليات. وطبقاً للمعلومات المتاحة ـ تهاجم اليرقات يرقات حرشفية وغمدية وغشائية الأجنحة وبيض نطاطات الحشائش (شكل ٤٦).



(شكل ٤٥) ذبابة نحلية
Poecilanthrax autumnalis

يوجد فى مصر الكثير من أنواع الذباب النحلى (شلبى ٦٨) من هذه الأنواع *Acanthogeron separatus* ومن الجنس *Amictus* سجل ثلاثة أنواع كما سجل سبعة أنواع من الجنس *Anastoechus* وسجل نوع واحد تابع للجنس *Barborus* وهو *B.niloticus* وسجل تسعة أنوع من الجنس *Bombylius* مثل *B.modestus* الذى وجده المؤلف فى صحراء مصر الغربية و *B.ater* وغيرها من الأنواع. كما سجل نوع واحد تابع للجنس *Conophorus* مثل *C.aegyptiaca* ووجد فى مصر أيضاً سبع أنواع تابعة للجنس *Cytherae* ونوعان تابعان للجنس *Dischistus* ونوع تابع للجنس *Efflatounia* ونوع فى كل من الأجناس *Empis* و *Empidideicus* وثلاثة أنواع من الجنس *Geron*



(شكل ٤٦): ذبابة من بومبلدز تحوم بثبات فوق مدخل لحل إلفرادى لكى تنقض بسرعة باندفاعات بطنها لتضع البيض على يرقات النحل. رفع الرجل الخلفية صفه لهذا النحل. لاحظ أن الشعر الغزير على الجسم الذى يساعد على حمل حبوب اللقاح وتلقيح الأزهر.

ونوع فى كل من الأجناس *Legnotomyia* و *Leichenum* و *Mariobezzia* و *Systoechus* والجنس *Toxophora* وثلاثة أنواع فى الجنس *Usia* وسجل المؤلف نوعان جديدان إلى لستة أنواع الذباب النحلى فى مصر وهما *Exoprosopa* subgenus *Defilippia* near *minos* والنوع *Exhyalanthrax irroratus* وذلك فى المزارع الجافة بصحراء مصر الغربية وذات صلة بأنواع النحل البرى المنتشر فى المنطقة. ومن المؤكد أن عشائر معظم الأنواع السابقة تأثرت كثيراً بفعل إستخدام المبيدات والإضرار بأعشاش النحل البرى فى كل من البيئات الطبيعية والزراعية.

٤- عائلة Calliphoridae



(شكل ٤٧) أنثى ذبابة اللحم قد تضع أكثر من ٣٠٠ بيضة معاً على قطعة من اللحم

يطلق على أفراد العائلة عموماً بذباب اللحم blow flies والذباب فى حجم الذباب المنزلى أو أكبر قليلاً. كثيراً من الأنواع ذات لون أخضر أو أزرق معدنى. معظم الـ blow flies كانسات تتغذى على الرمم والمواد الإخراجية والمواد المشابهة وليس للذباب تراكيب خاصة لجمع الرحيق وحبوب اللقاح. وبالرغم من ذلك إستخدمت أنواع مختلفة من أفراد العائلة ولسنوات فى تلقيح محاصيل بصل معينة خاصة عند إنتاج البذور. وذلك بسبب أنها تنجذب إلى الأزهار وينتج عن أنشطتها مستويات عالية من الإخصاب (شكل ٤٧).

٥- عائلات Tephritidae, Tachinidae, Chironomidae, Tabanidae:

ترى الحشرات الكاملة التابعة لهذه العائلات على الأزهار ولكن الدراسات المفصلة عن قيمتها كملقحات أزهار غائبة عموماً. ويفترض أنها تلعب دور مساعد فقط فى التلقيح.

تميل الأزهار التى يزورها ذباب العائلات Bombyliidae, Syrphidae فى أن تتشابه مع تلك الأزهار التى يزورها النحل طبيعياً. ولم يكن هذا غير متوقع حيث أن كلا مجموعتى الذباب تحتوى محاكاة سلوكية وبصرية وفى بعض الأحيان مورفولوجية لحشرات النحل. لذا يفترض علماء التطور أنها نشأت وتطورت من تلك الحشرات. ويعتقد المؤلف بأن تلك الحشرات التى تشبه النحل خلقت هكذا لتتقاسم الغذاء مع الحشرات التى تشبهها دون إزعاج إحداها. ومما يؤيد

ـلك أن هناك مجموعة متنوعة من نحو ٣٠ عائلة من الذباب ليس لـــها تخصـص معين فى التغذية على الأزهار. كما أن معظم ذباب اللحم يحصل على غذائـه مـن مصادر أخرى مثل الرمم والمواد الإخراجية والنزف النبـــاتى Plant sap والـدم وعلى خلاف النحل وأبى دقيقات والذباب الذى يشبه النحل تنجذب مجموعة ذبـاب اللحم أساساً لرائحة الأزهار التى تزورها ويطلق على الأزهار التى تتجـذب إليـه بمجموعة أزهار الذباب fly flower. الأزهار عادة باهتة اللون وذات رائحة كريهـة عادة تحاكى مواقع أو أماكن وضع بيض الذباب. فهناك أزهار ذات رائحة تقـترب من رائحة اللحم المتحلل وتوجد أزهار ذات رائحة تشبه رائحة الـبراز الإنسـانى وثالثة ذات رائحة مثل زيت السمك. مثل هذه الأزهار الخادعة deceit flowers لا تقدم قيمة حقيقية للذباب.

رابعاً: غمديات الأجنحة Coleoptera

أهميـة غمديـات الأجنحــة كملقحات ليست على مستوى أهميـة حرشفيات وثنائيات الأجنحة الملقحـة للأزهار. ولكن توجد أشكال عديــدة تزور الأزهار وقد يكون لها أحيانــاً أهمية. وقليل من الأنواع النباتية تلقح فقط بالخنافس (شـكل ٤٨) ويطلــق على تلقيـــح الخنـافس المصطلــح Cantharophily ومـن ذلك أزهـار



(شكل ٤٨) خنفساء *Stigmodera* sp. عائلة Buprestidae أثناء تغذيتها على زهرة الشاى *Leptospermum*

الـ magnolia و California poppy والورد تلقـح عمومـاً بالخنـافس والأزهـار الخادعة تجذب الخنافس وبالمثل الذباب. عادة ما تكون الأزهار التى تلقحها الخنافس

Beetle-pollinated flowers بيضاء أو باهتة اللون ذات رائحة نفاذة وذات شكل طاسى أو طبقى منتظم (شكل ٤٨). تزور معظم الخنافس الأزهار من أجل الحصول على حبوب اللقاح رغم أن البعض قد يستخدم النسيج النباتى والرحيق السهل التناول وعادة ما تكون المبايض محمية من أجزاء الفم القارضة الملقحة لأزهارها. توجد نحو ١٦ عائلة بين عائلات الخنافس التى تحوى أنواعا محبة للأزهار athophilous والعائلات الأكثر شيوعا هى:

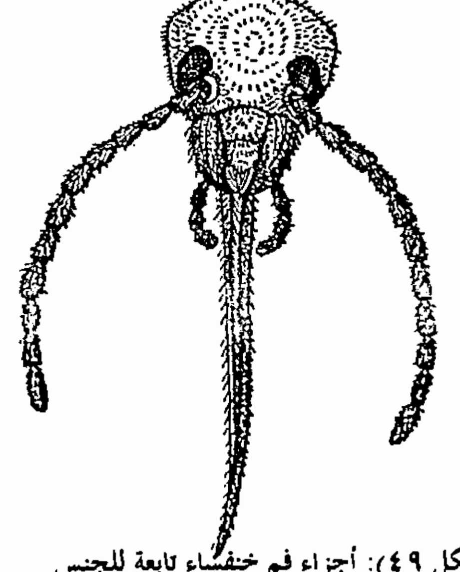
١- عائلة Cantharidae:

معظم انواع الـ soldier beetles مفترسات كيرقات والبعض أيضا كحشرات كاملة ولكن كثير من الحشرات الكاملة تتغذى أيضا على حبوب اللقاح لذا يتكرر زيارتها للأزهار.

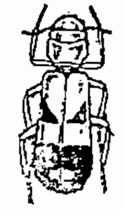
٢- عائلة Meloidae:

يرقات بعض أنواع الخنافس الحراقة blister beetles طفيليات فى أعشاش النحل والبعض الآخر يتغذى على بيض نطاط الحشائش ولكن تتغذى معظم الحشرات الكاملة على الرحيق وحبوب اللقاح.

وبعض أفراد عائلة الخنافس الزيتية ذات أجزاء فم مؤهلة لامتصاص الرحيق من الأزهار (شكل ٤٩) ذات الكورولا (الكووؤس القمعية) العميقة حيث تمتد الفكوك السفلى للأمام لتكون أنبوب طويل ترتبط مكوناته بالشعيرات الملحقة بالفكوك السفلى ولكن لا يمكن للحشرة أن تثنى هذه الأنبوب كما فى الخرطوم التى تتصف به أجزاء فم الفراشات.



(شكل ٤٩): أجزاء فم خنفساء تابعة للجنس *Nemognatha* مؤهلة لامتصاص الرحيق.



٣- عائلة Cleridae:

يرقات الأنواع التى حشراتها الكاملة تزور الأزهار مثل checkerred beetles أساساً طفيلية فى أعشاش النحل والدبابير وبينما بعض الحشرات الكاملة مفترسات إلا أن جميعها يتغذى على حبوب اللقاح.

٤- عائلة Buprestidae:

يرقات الثاقبات المبططة الرؤوس تأكل الخشب. والحشرات الكاملة المعدنية اللون متغذيات حبوب لقاح وتشاهد عادة على الأزهار.

٥- عائلة Cerambycidae:

أفراد العائلة مثل عائلة Buprestidae. فهذه الخنافس ذات القرون الطويلة ثاقبات أخشاب كيرقات ولكن تتغذى الحشرات الكاملة على حبوب اللقاح.

عموماً عدد من أنواع الـ angiosperms تلقح أساساً بالخنافس. وتجذب أزهار الخنافس ملقحاتها أساساً بالرائحة ودور الرؤيا غير فعال أو معدوم. ومن الشائع ما تكون الأزهار ذات رائحة حلوة أو رائحة التوابل أو الثمار. وكما هو الحال فى كثير من أنواع الذباب معظم الخنافس التى تلقح الأزهار متغذيات عامة أو غير مؤقلمة خصوصاً للتغذية الزهرية. وربما تحصل على معظم غذائها من مصادر أخرى مثل الفاكهة والأوراق والمواد البرازية والرمم.

وتتلف كثير من خنافس الأزهار التى تزورها. والبعض يلتهم المحتويات الزهرية كاملة. لذا بالرغم من إحتمال تلقيحها للأزهار إلا أن مساهمتها مع بعض أنواع الأزهار قد تكون قليلة. والأزهار ذات الصلة الوثيقة بالخنافس كملقحات ذات مبايض مدفونة جيداً تحت الغرفة الزهرية flower chamber حيث تكون فى مأمن من تغذية الخنافس.

ومن الأمثلة المثيرة فى علاقة الأزهار بالخنافس والتى توضح آية من آيات الخالق المبدع أحد أنواع الجعال التابعة لعائلة Scarabaeidae المرتبطة بتلقيح زهرة

الـ giant water lily في الأمازون *(Victoria regina)* تتفتح هذه الزهرة فى المساء وتجذب خنافس الجعان فتهبط عليها وتبدأ التغذية. وسرعان ما تغلق الأزهار وتحبس الخنافس فيها حتى مساء اليوم التالى حيث تتفتح ثانية محررة هذه الخنافس. فى أثناء فترة الحبس تتغذى الخنافس على الأجزاء الداخلية للأزهار وينتج عن هذا النشاط تلقيح الأزهار وحتى تأمن الأزهار ضرر الحشرات توجد المبايض فى مكان آمن فى قاعدة الزهرة فتنجو الأجزاء التناسلية من شر ضيفها وتتجنب غدره.

خامساً: الحشرات الغير ملقحة التى تزور الأزهار

Flower-visiting non-pollinators

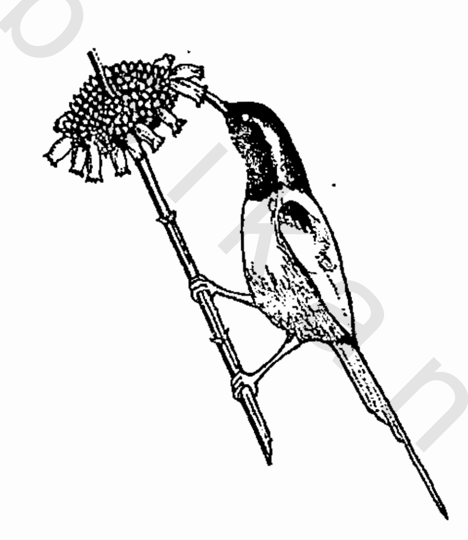
النمل بصفة عامة يعتبر من الحشرات المحبة للأزهار flower-loving (anthophilous) ولكن يندر أن يلقح النباتات التى يزورها. وهناك نظريتان ـ ربما تعملان معاً ـ وضعت لشرح ندرة تلقيح النباتات بالنمل. تتضمن الأولى أن النمل لا يطير وعادة صغير الحجم وأجسامه لامعة ورغم أنه يحصر نشاطه فى العمل على النبات الواحد وهذا هام فى التلقيح الخلطى إلا أن ذلك من غير المحتمل لأنه يتجنب ملامسة المتك والمتاع كما لا تلتصق حبوب اللقاح بأجسامه بسهولة. وتتضمن النظرية الثانية أن إفرازات الغدد البلورية metapleural glands التى تنتشر على جدار الجسم وتثبط نمو الفطريات والبكتريا يمكنها أيضاً أن تؤثر على حيوية حبوب اللقاح وإنباتها. كما أن لبعض النباتات ميكانيكيات لطرد النمل ولكن قليل من النباتات خاصة فى البيئات الحارة الجافة يلعب النمل دوراً هاماً فى تلقحيها.

سادساً: الملقحات الغير حشرية Non-insect pollinators

لكى نأخذ فكرة عامة على الملقحات بأنواعها المختلفة وجدت أنه من المهم أخذ فكرة شديدة الإيجاز على الحيوانات الأخرى التى تعمل على تلقيح الأزهار other animals as pollinators رغم بعدها عن موضوع المؤلف وهو الحشرات الملقحة للأزهار.

القواقع snails واليرقات slugs قد تقوم بتلقيح بعض النباتات. ولكن قليل من النباتات مؤقلم للتلقيح بتلك الافقريات التى تتذغى على المناطق الكثيرة العصارة فى النبات مثل الأزهار. مثل تلك النباتات عادة ما تكون كثيرة متقاربة جداً معاً. تنمو فى الماء أو الأماكن الرطبة. ولا تبرز المياسم والمتك بعيداً عن الكورولا. ومن أمثلة تلك النباتات *Lemna* sp. عائلة Lemnaceae ونبات *Philodendron pinnatifidum* عائلة Araceae ونبات *Rohdea japanica* التابع للعائلة الزنبقية Liliaceae.

هناك بعض الطيور Birds تزور بإنتظام الأزهار حيث تتغذى على الرحيق والأجزاء الزهرية أو الحشرات التى تزور الأزهار. وأثناء هذه الزيارة تعمل كثير من الطيور كملقحات للأزهار. وذكر أن هناك نحو ٢٠٠٠ نوع من الطيور تنتمى إلى نحو ٥٠ عائلة تقوم بزيارات منتظمة تقريباً للأزهار.

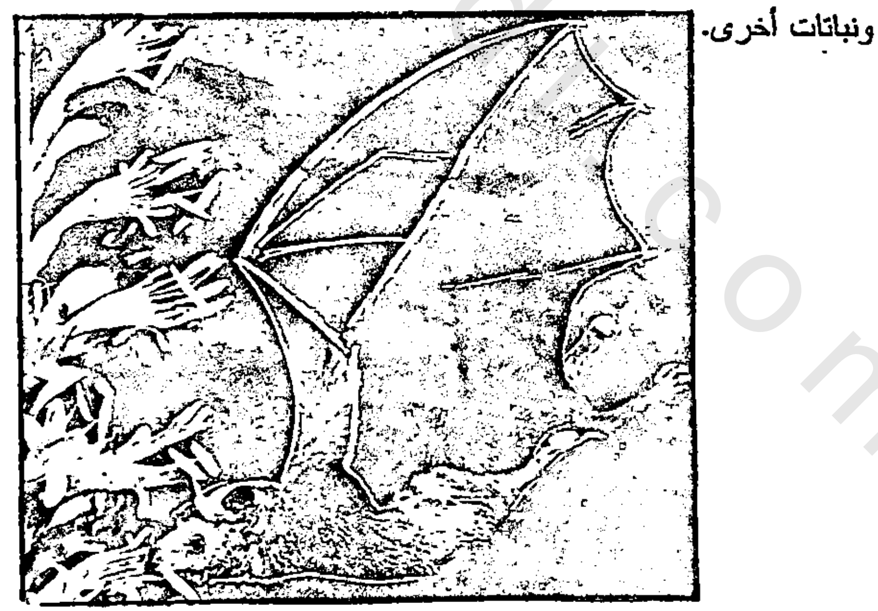


(شكل ٥٠) أحد أنواع الطيور الملقحة للأزهار

ثلثى هذه الطيور زائرات متخصصة تعتمد على الأزهار فى معظم أو كل غذائها. فهناك عديد من الأزهار البرية تلقح بواسطة الطائر الطنان أو الذبابى hummingbirds وذكر أن الطائر الأبيض الأجنحة Zenaida asiatica mearnsii هام ومؤثر فى تلقيح نبات الـ Saguaro cactus (Carnegiaae gigantea) وهو نوع من الصبار تابع لعائلة Cactaceae وغيرها من نباتات العائلة. وكما لوحظ من قبل الأزهار ذات اللون الأحمر النقى لا تدركه معظم الحشرات ما لم تكن تعكس الأشعة الفوق بنفسجية تلقح عادة بواسطة الطيور. وللطيور قدرات بصرية حادة وترى من الألوان مشابهة للألوان التى يراها الإنسان وتهتدى إلى الأزهار بالرؤيا. ومعظم الأزهار التى تلقحها الطيور ذات ألوان يـ-ر- فيها اللون الأصفر والأحمر والأزهار

التى تزورها عادة ما تحوى رحيق غزير يجذب الطير لزيارتها. من ناحية أخرى، للطيور (شكل ٥٠) إحساس قليل بالشم عند مقارنتها بالحشرات التى تزور الأزهار لذا الأزهار التى تلقحها عادة عديمة الرائحة أو تقريباً كذلك.

وهناك أزهار تلقحها **الخفافيش** bat-pollinated flower توجد فى أفريقيا وجنوب أمريكا الاستوائية (شكل ٥١) ونظراً لأن الخفافيش ليلية لذا الأزهار التى تزورها باهتة وتفتح فقط أثناء الليل. ونظراً لتطور حاسة الشم فى الخفافيش لذا تهتدى هذه الحيوانات أساساً إلى الأزهار خلال حاسة الشم وتتميز الأزهار تبعاً لذلك بالرائحة القوية سبحان الخالق العظيم المبدع ولكى نلقى بظلال أكثر على هذه الآية وعظمة الخالق فى خلقه نجد أن لدى الخفافيش الشديدة الإرتباط بالأزهار أوجه رفعيه متطاولة ولسان ممتد فى قمته ما يشبه الفرشاه. لذا فإن الأسنان الأمامية لهذه الخفافيش قد تكون مختزلة أو غائبة تماماً ومثل هذه الخفافيش تطير من شجرة إلى أخرى عادة فى مجاميع تلعق الرحيق بفرشاة لسانها وتأكل حبوب اللقاح وبعض الأجزاء الزهرية الأخرى. والأزهار التى تلقح بالخفافيش تشمل أزهار شجرة dowa-dowa *(Parkia clappertoniane)* ونبات الصبار الأمريكى *Agava schottii* ونباتات أخرى.



(شكل ٥١): خفاش يتغذى على رحيق أزهار صبار أمريكى

والخفافيش *Leptanycteris nivalis* يتغذى على رحيق وحبوب لقاح نبات الـ saguaro وعدد من نباتات الصبار الأمريكي (شكل ٥١) وتشير حبوب اللقاح التي وجدت بمعدته أنه يتغذى على عديد من النباتات الاستوائية والصحراوية الأخرى المزهرة ليلاً والخفافيش التي تلقب بالثعالب الطائرة *Cynopterus* spp. تزور أيضاً أزهار استوائية معينة وربما تعمل على التلقيح الخلطي بينها.

ويبدو أن للمبيدات تأثير سيئ على الخفافيش. ففي عام ١٩٦٣ درس عشائر الخفافيش في كهف بالقرب من Morenici في أريزونا بأمريكا ووجد أنها تبلغ ٢٥ مليون فرد وفي عام ١٩٦٩ انخفضت تلك العشائر إلى ٣٠,٠٠٠ فرد. ووجد أن النوع تحت الدراسة ذات قدرة للسعى في البحث عن مصدر الغذاء لمسافات توصله إلى المناطق المزروعة حيث تطبق المبيدات. بينما عشائر الأنواع التي ظل تعدادها عالي وجد أن مدى سعيها للغذاء قصير أي تقصر عملها بالقرب من مسكنها لذا لم تتعرض للمبيدات.

القردة Monkeys ثدييات أخرى بالإضافة إلى الخفافيش تضاف إلى قائمة العناصر الملقحة للأزهار. وبالرغم من عدم وجود مراجع عن القردة كعوامل ملحقة للأزهار إلا أنه ذكر أن النبات الاستوائي *Bomba copsis* التابع لعائلة Bomba caceae ينتج كميات ضخمة من الرحيق التي تبحث عنه القردة الصغيرة ويبدو أن تغذية القردة على هذا الرحيق ذات علاقة بتلقيح أزهار هذا النبات.

سابعاً: تلقيح الرياح Wind pollination

مرة أخرى وحتى تستكمل صورة جميع العناصر ذات الصلة بتلقيح الأزهار وجدت أنه من المفيد عرض موجز عن علاقة الرياح بتلقيح الأزهار. الرياح تشكل عنصر تلقيح هام للـ gymnosperms والأعشاب grasses وبعض النباتات الـ dicotyledonous (ذو الفلقتان). ويرجع التلقيح الناجح للرياح أساساً للصدفة ولكن تتزايد الفرصة بعدة صفات زهرية. حيث تنتج النباتات التي تلقح بالرياح عادة كميات كبيرة من حبوب اللقاح الخفيفة الجافة والمستديرة الناعمة عادة التي يسهل

نقلها بالهواء. كما أنه لبعض من تلك النباتات آليات لإطلاق الحبوب بقوة وسرعة إلى جانب أن لمعظم تلك النباتات أسدية معرضة للرياح. والنباتات التى تلقح بالرياح wind-pollinated plants (onemophilious) ذات مياسم ريشية تعمل على إلتقاط حبوب اللقاح التى تحملها الرياح. أزهار هذه النباتات صغيرة أحادية الجنس unisexual تحوى عديد من المتك anthers التى تنتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح الكورولات صغيرة وغير مرئية والبتلات أحياناً غير موجودة وفى بعض الحالات تظهر الأزهار قبل الأوراق حتى تقل فرصة تداخل الأوراق مع حمل حبوب اللقاح الذى تحمله الرياح. ومن الشائع رؤية سحب صفراء لحبوب اللقاح تحملها الرياح فى الربيع والصيف آتية من أشجار الصنوبر ونباتات الذرة. ومن النباتات والأشجار الأخرى التى تلقح بالرياح القمح والشعير والشوفان والحشائش النجيلية وأشجار الجوز والبلوط وبعض أصناف الزيتون. ويذكر علماء التطور بأن تلقيح الرياح آلية متطورة جداً مع تراكيب نباتية معقدة متطورة تعمل على تأكيد ناجح لنقل حبوب اللقاح. والسؤال الذى يطرح نفسه الآن لعلماء التطور لماذا لم تتطور هذه النباتات مع الحشرات حتى لا تفقد كميات هائلة من حبوب اللقاح عند نقلها بالهواء؟ أليس ذلك يشير إلى أن المولى عندما خلق النباتات خلق مع كل منها العنصر أو العناصر التى تعمل على تلقيحها وإستمرار بقائها. فهناك نباتات ذات آليات خاصة تلقح بالحشرات وأخرى تلقح بالطيور وثالثة تلقح بالرياح. إن ذكر الرياح كلواقح (للسحب، للنباتات... الخ) فى القرآن الكريم يلغى تماماً فكرة تطور النباتات من تلقيح بالرياح إلى تلقيح بعناصر أخرى والتى ذكرت سابقاً فى بداية الكتاب.

بالرغم من أن كثير من الأعشاب gransses تلقح ذاتياً فإن أى تلقيح خلطى يحدث يتسبب عادة عن الريح أو الجاذبية الأرضية. وكثير من النباتات التى تسبب مضايقات للإنسان فى شكل حساسية الجهاز التنفسى تلقح أيضاً بالرياح. ومن أمثلها عديد من الحشائش وبعض الصنوبريات junipers ونبات رجل الأوزة pigweed ونباتات الرجيد ragweeds.

فوراً عقب تكشف حبوب اللقاح وقبل نقلها بالرياح جافة وبينما لا تزال رطبة قد تجمع بواسطة النحل وتستخدم كغذاء. وبعض من التلقيح الخلطى للنباتات التى تلقح بالرياح يمكن أن تحدث بهذه الطريقة أى عن طريق نشاط النحل عليها أثناء النهار وقرب نهاية اليوم تنتشر حبوب اللقاح أيضاً بالرياح والتأثير النسبى لعنصرى التلقيح لا يمكن فصلهم. والذرة مثال شائع سبق ذكره كنبات يلقح بالرياح فهو وحيد المسكن nonoecious. العنصر الأنثوى فيه وهو الكوز ear يكون بالقرب من مركز النبات. يحوى الكوز زهيرات مدقية أنثية pistillare flowers ذات مياسم (حرير) يبلغ طولها أكثر من ١٢ بوصة. وعقب سقوط اللقاح ترسل إنبوبة لقاح جرثومية pollen germ tube إلى أسفل داخل الحرير إلى النواه المؤنثة وعقب الإخصاب تتكون الحبوب على القولحة.

ذيل القط الشائع *Typha latifolia L.* التابع لعائلة Typhaceae يلقح بالرياح وهو ينتج كميات كبيرة من حبوب اللقاح التى يجمعها الهنود الأباتشى فى الجنوب الغربى لتستعمل فى الطقوس الدينية. ويجمعها بعض التجار لبيعها لمربى النحل لتغذية النحل.

ثامناً: التلقيح المائى Water pollination

يقوم الماء بنقل حبوب لقاح نباتات معينة. على سبيل المثال النبات *Vallisneria americana* عائلة hydro charitaceae. الأزهار التى تحمل الأسدية زورقية الشكل تتكسر عند الساق وتطفو حاملة متك ممتدة من الجانب. الأزهار الإناث تنمو وتتفتح عند سطح الماء لتلتقى المياسم بمتك ا؛' دار المذكرة فتنتقل حبوب اللقاح وينتج الإخصاب والتلقيح التحت مائى أقل شيوعاً. ويعتقد المؤلف أن الشكل الزورقى للأزهار المذكرة التى تطفو سابحة نحو الأزهار المؤنثة التى تنمو وتتفتح عند سطح الماء ليس له علاقة بالتطور والارتقاء ولكنها تظهر آية أخرى من آيات الله سبحانه وتعالى.

يساهم أيضاً سقوط الأمطار فى نقل حبوب اللقاح من المتك إلى المياسم المستعدة لإستقبال حبوب اللقاح كما فى أزهار عائلة Pipera caeae. عموماً عدد النباتات المائية التلقيح محدود.

تاسعاً: التلقيح الميكانيكى أو الصناعى Mechanical "artificial pollination"

لقد ذكر سابقاً أن الحيوانات الملقحة للأزهار pollinating animals بما فيها الحشرات تنقل حبوب اللقاح مصادفة عند ذهابها للسعى من أجل الغذاء. والإنسان أصبح أيضاً عنصر ملقح ذات أهمية كبيرة ولكنه فى هذه الحالة يعمل ذلك عند عمد فى نقل حبوب اللقاح من نبات لآخر. ففى عمل الإنسان فى مجال تربية النباتات يعمد الإنسان على تطبيق حبوب اللقاح من مصدر خاص معروف لميسم نبات خاص للوصول إلى أصناف محسنة. كما يعمد الإنسان إلى تطبيق حبوب لقاح فى حقول أو بساتين مزهرة بأكملها لزيادة العقد لفواكه خاصة أو أنواع من الـ nuts.

تجمع حبوب لقاح مثل تلك البساتين روتينياً وأحياناً فى موسم يسبق الاستخدام. ثم تطبق ميكانيكياً بوسائل عدة على المياسم لتلقيحها. وقد تطبق حبوب اللقاح بواسطة فرشاه دقيقة على مياسم الأزهار بصورة فردية. أو تعفر حبوب اللقاح على العناقيد الزهرية باليد أو تخفف بمادة حاملة وتدفع ميكانيكاً على الأزهار بمعدات التعفير أو أجهزة خاصة أو طائرات مروحية أو بطائرات صغيرة.

ومحصول الونيلية وهو نبات أمريكى استوائى تؤخذ ثماره لكى تعطر بمسحوقها بعض الأغذية يعتمد كاملاً على التلقيح اليدوى كما أن نخيل البلح يتم تلقيحه بانتظام بالإنسان.

والإنسان كعنصر تلقيح لفرادى الأزهار مكلف جداً. وقدر أن تلقيح القرعيات cucumbers فى البيوت المحمية بأن مستعمرة نحل العسل الواحدة أكثر كفاءة فى تلقيح الأزهار من ٣٠٠ رجل.

- وتوجد شركات خاصة في أوربا وأمريكا تجمع حبوب لقاح خاصة وتسوقها . وتستخدم طرق خاصة معقدة في تخزين وتداول حبوب اللقاح. وتستعمل مثل تلك الحبوب فقط على المحاصيل العالية القيمة مثل التفاح والكرز والبرقوق والخوخ والجوز في حالة إذا لم تكن عناصر التلقيح غير نشطة بسبب طقس قاس أو عدم تواجد صنف خاص compatible cultivar أو فترات الأزهار غير متوافقة. وعادة ما تجمع حبوب اللقاح بحك البراعم الزهرية على سلك شبكي لتمزيق المتك وانطلاق وتحرر حبوب اللقاح التي تجمع وتحفظ تحت تبريد.





الباب الرابع: التلقيح فى الزراعات المحمية

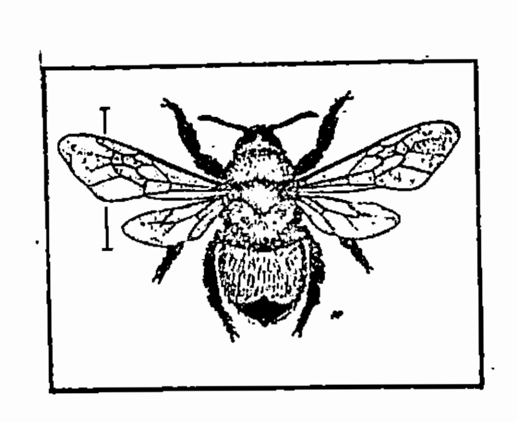
Pollination in enclosures

تنشأ الحاجة إلى التلقيح الحشرى فى المحميات الزراعية enclosures عند محاولة عزل النباتات لإنتاج بذور غير ملوثة uncontaminated seeds أو عند محاولة معرفة تأثير زيارة الحشرات على زيادة بذور أو ثمار نوع النبات موضع الدراسة أو عند إنتاج محصول فى غير ميعاده تحت تدفئة صناعية فى أحد البيوت الزجاجية وتحت جميع هذه الحالات تتواجد مشاكل مشابهة نحو الحاجة لتلقيح النباتات الموجودة.

لقد أعطى التلقيح اليدوى hand-pollination فى المراحل المبكرة فى مجال تربية النباتات كميات كافية من البذور ثم أصبح التلقيح اليدوى مجهد جداً مع التوسع فى برامج تربية النباتات وأختباراتها إلى جانب إستهلاك مثل هذه الطريقة الكثير من الوقت. لذا إستخدم بدلاً عن ذلك نحل البامبل ونحل العسل وذباب اللحم blow flies وحديثاً النحل الإنفرادى لأداء عمليات التلقيح فى المحميات الزراعية.

أولاً: نحل البامبل Bumble bees

يعمل نحل البامبل (شكل ٥٢) جيداً فى الأماكن المقيدة لذا فهو ذات قيمة خاصة فى الإستخدام فى **الزراعات المحمية الصغيرة** small enclosures. ويمكن الحصول على النحل عادة بسهولة من الأزهار أو بجمع أعشاشه. وفى العالم الغربى يمكن أن يحصل عليه المزارع أو البحاث عبر الإعلان المحلى لقاء عائد مادى إلى شركات خاصة أو بعض الهواه..



(شكل ٥٢): شغالة نحل بامبل من النوع *Bombus auricomus*

يعتبر العالم Lindhard (١٩١١-١٩٢١) أول من إستخدام نحل البامبل فى أقفاص للتلقيح. حيث حبس مستعمرات منه مع نبات البرسيم *Trifolium pratense* بعد تقفيصها أولاً مع نباتات *Lotus corniculatus* لكى يتخلص من حيوية viable pollen أية حبوب لقاح ربما كانت تحملها الحشرات وإستخدام williams عام ١٩٢٥ نحل البامبل فى تلقيح *T pratense* فى بيوت زجاجية صغيرة (٩٠×٩٠×٩٠سم). ولكى يتأكد من أنها لن تلوث السلالة النباتية المختبرة من حبوب لقاح جمعتها من المكان التى جمعت منه، عمل على جمع نحل البامبل من أزهار نباتات أخرى خلاف *T.pratense* وغسلت الحشرات فى ماء دافئ ثم تركت تجف فى مكان منعزل لمدة ٣-٤ ساعات قبل الإستخدام. وثبت أن هذه الطريقة مؤثرة بالرغم من أن اختبار التلقيح بحبوب اللقاح التى غمست فى ماء دافئ لمدة خمس دقائق فقط أعطى حبوب لها القدرة على الإنبات ولكن فشلت فى إتمام الإخصاب.

فى العادة ما يحتفظ بنحلة بامبل واحدة فى القفص الصغير والتى تظل نشطة فيه لنحو ١٢-١٥ يوماً فى ظروف الطقس العادية و ٤-٦ أيام فى الطقس البارد. وعند حبس أكثر من نحلة فى القفص الواحد فإنها تصبح كسولة. ربما بسبب نقص الغذاء. وبعض الأنواع (مثل *B.hortorum, B.agrorum, B.humilis*) كانت أكثر كفاءة فى الأقفاص عن الأنواع الأخرى مثل *(B.lapidarius, B. sylvarum)* ومازال نفس هذا التكنيك يستخدم فى بعض محطات تربية النباتات بأمريكا.

إستخدم نحل البامبل فى التلقيح الخلطى للـ clones النباتية الخاصة بنبات *M.sativa* ووجد أن مستعمرة واحدة من نحل البامبل كانت مثالية فى قفص إرتفاعه ١,٨م × ٦,٥ × ٣,٥. وإشتمل نحل البامبل المستخدم على الأنواع *B.fervidus, B.mormonorum, B.morrisoni, B.appositus*. وعمل على تزويد المستعمرة المستخدمة بغذاية تحوى عسل نحل مخفف. ونظراً لأن أزهار *M.sativa* شكلت المصدر الوحيد المتاح لحبوب اللقاح زار النباتات المختبرة نسبة أكبر من المعتاد من النحل للتلقيح.

بالرغم من أن نحل البامبل يكون عادة بوفرة كافية فى الصيف لذا قـد تكـون هناك صعوبة للحصول على أعداد كافية منه لتلقيح المحاصيل التى تزهر فى الربيع حيث تقل تعداده كثيراً ومعظم الأفراد التى تجمع ملكات. وللتغلب على هذه الظاهرة إستخدم فى أمريكا ملكات نحل البامبل فقط المصاب بالنيماتودا أى التى لا يمكنـها تأثيث مستعمرات حيث لا يؤثر الحبس كثيراً على طول عمرها ونشاطها. وبـالرغم من أن تلك الملكات المريضة ذات نمط طيران خاص بواسطته يمكن تميزها بسهولة وجمعها إلا أنه يصعب جداً الحصول على أعداد كافية منها.

وجد أن ملكات نحل البامبل المريضة تعيش لنحو ١٠ إلى ٢٥ يوماً عند حبسها فى أقفـاص صغـيرة (٠,٨ × ٠,٨ × ٢) مـع *Cichorium endivia, B.napus, B.oleracea, Raphanus sativus* أو *Cichorium intybus* وزارت الأزهـار بنفـس معدل الملكات السليمة. ولوحظ أن إستخدام الذكور بدلاً من الملكات المريضة غـير مرضى فى تلقيح الأزهار حيث تعيش فترة قصيرة وأقـل كفـاءة مـن الملكـات المريضة. كما وجد أيضاً أن نحل البامبل الطفيلى *Psithyrus* spp. كان مفيداً جـداً فى العمل التلقيحى.

ثانياً: نحل العسل Honey bees

يفضل نحل العسـل علـى نحـل البامبل خاصة فى تلقيح الأزهار فـى الأقفاص الكبيرة أو البيوت الزجاجيـة لسهولة الحصول عليه وقد إستخدم لهذا الغرض لسنوات كثـيرة. فلقـد ذكـر إستخدام نحل العسل فى تلقيح أزهـار



(شكل ٥٣): شغالة نحل العسل
Apis mellifera

Prunus persica فى البيوت الزجاجية وإستخدم فى تلقيـــح الأشـــجار المقفصـــة *(Pyrus malus)* كما إستخدمت مستعمرات صغيرة من نحل العسل [نحو ٥,٠٠٠ شغالة/ مستعمرة (شكل ٥٣) لتلقيح الكرنب *Brassica oleracea* فى أقفاص من قماش الجبن.

إستخدم أقفاص متنوعة فى التركيب والمواد لأعمال التلقيـح pollination work تكونت أولى التركيبات من إطار خشبى أو معدنى مغطى.بالقماش أو سلك النملية أو الزنك المثقب وتميزت بصعوبة النقل من مكان لآخر. وصمـــم أول قفـــص حقلـــى خفيف سهل الحمل والتركيب بواسطة Pederson عـــام ١٩٥٠ والأقفـــاص التـــى صممت بهذه المواصفات شائعة ومازالت تستعمل حتى الآن وتستخدم فى دراســـات التلقيح وبعض منها صمم لتغطية مساحات كبيرة مـــن المحصـــول. تتكـــون هـــذه الأقفاص من إطار سلك إنبوبى قطر ١,٣سم الذى يدعم بغطاء من البلاستيك المثقب ذات خمس ثقوب لكل سم وسوستة عند كل ركن تسمح بسهولة الدخول إليه.

يتعذر إجتناب تأثيرات القفص على كثافة الضوء ودرجة الحـــرارة والرطوبـــة وسرعة الرياح داخل القفص الذى يحوى النباتات موضع الدراسة. ولكن مدى تاثير القفص يختلف مع إختلاف الطقس والظروف المناخية والأنماط المختلفة للأقفـــاص. ويعتمد تأثير هذه الإختلافات على نمو النباتات على الأنواع النباتية تحت الدراســـة ومن المحتمل أن تاثير الأقفاص الكبيرة أقل من الأقفاص الصغيرة. فلقـــد ثبـــت أن الأقفاص الكبيرة ذات تأثير قليل على نمو البرسيم *Trifolium repens*. ولكن بالبحث وجد أن الأقفاص ذات تأثير محسوس على نمو بعض النباتات. على سبيل المثـــال. وجد أن تقفيص بعض نباتات الكرنب مثل *Brassica alba* و *B.niger* كانت أكـــثر عرضة للأمراض وأعطيت محصول بذرى أقل من المزروعة فى العراء. كما وجد أن التقفيص يقلل من إنتاج الـــ *Ribes nigrum, Carthamus tinctorius*. ويوجد مـــا يشير إلى أنه فى بعض الظروف تسبب التأثير المعاكس للتقفيص علـــى محصـــول الفول *Vicia faba* بدرجة قللت من التأثير المفيد لنحل العسل.

ونظراً إلى أن حبس المستعمرات فى محميات زراعية محدودة الإتساع يضعف النحل لذا أجرى بعض التعديلات فى نشاط الطيران عـــن طريـــق الســـماح لنحـــل

المستعمرة بالطيران بالتبادل فى الهواء الطلق وفى الأقفاص فى أيام متتابعة. ونشأ عن ذلك جدل فى قيمة هذا الإجراء حيث ذكر أنه تحت هذه الظروف يعمل قليل من النحل على النباتات المقفصة بالإضافة إلى وجود نسبة موت عالية فى الشغالات فى الأيام التى يحبس فيها النحل. ويزداد معدل الموت عند حبس المستعمرات بصفة مستمرة عن الحبس المتقطع. وللحفاظ على قوة المستعمرة دون الإمداد بغذاء صناعى والحصول فى نفس الوقت على تلقيح كافى فى النباتات المقفصة. تم وضع المستعمرات خارج الأقفاص فى بداية كل يوم لترعى الحقل بحرية مع توجيه ١٠٠ إلى ٢٠٠ شغالة حقلية foragers من المستعمرة إلى القفص فى بداية كل يوم لترعى داخل القفص. ومع ذلك هذه الطريقة عديمة الفائدة خاصة إذا كانت هناك ضرورة نحو تجنب تلوث النباتات داخل الأقفاص بحبوب لقاح غريبة.

من المعروف أن نحل الحقل عند مغادرة خلاياه قد يكون حاملاً لحبوب لقاح حية على أجسامه. مثل هذه الحبوب تفقد حيويتها بعد ساعات قليلة. وفى محاولة لتلافى التلوث داخل المجميات الزراعية عمل على حبس النحل الذى سمح له بالعمل فى الحقل لمدة يوم واحد ثم يسمح له بعد ذلك بالعمل داخل المحمية. وكانت هذه الطريقة فعالة فى الحصول على بذور نقية من أصناف *Raphanus sativus,* *Brassica oleracea* رغم وجود أصناف أخرى من كل نوع مزروع خارج أقفاص التربية. عند وضع مستعمرات نحل العسل مع أصناف من *B.oleracea* (الكرنب)، *R.sativus,* *Cheiranthus cheiri, Begonia* spp., أو *Centaurea cyanus* التى تحمل صفات وراثية سائدة ثم عزل النحل أو حبس فى خلاياه لـ ١٠ ساعات على الأقل ثم وضعت المستعمرات أخيراً مع نفس الأصناف التى تحمل صفات متنحية لبيان فاعلية الطريقة فى عدم التلوث. ثبت عدم تلوث الأصناف التى تحمل صفات وراثية متنحية بحبوب لقاح تحمل صفات سائدة. ولهذا السبب يمكن نقل مستعمرة نحل العسل بين أقفاص تحوى أصناف ذات تجانس خلطى cross-compatible varieties دون الخوف من التلوث بعد حبس النحل فى خلاياه طوال الليل. وفى تجربة أخرى وجد أن النحل لم يعد يحمل حبوب لقاح حية عند عزل

مستعمراته لمدة يومان من مصادر التلــوث بحبـوب لقــاح الأنــواع *Melilotus officinalis, Melilotus alba, Medicago sativa*.

أشارت التجارب إلى أن مستعمرات النحل التى تحوى ثلاثة أو أربــع إطــارات تكون كافية للتلقيح فى الأقفاص. وبالرغم من إستخدام مستعمرات نحل فى هولنــدا وبلجيكا تحوى كل منها سبعة إطارات لأغراض التلقيح فى الصوب الزجاجية كانت المساحة المطلوبة تلقيحها أكبر كثيراً من متطلبات تلقيح النوع تحت الإختبار حيــث وجد أنه ليس من المفيد إستخدام مستعمرات ضخمة فى المساحات المطلوب تلقيحها. فعند وضع مستعمرات بكل منها نحو ١٠,٠٠٠ شغالة فــى أقفــاص *Vicia villosa* أضر النحل كثيراً بمتك ومتاع وتويج أزهار النبات نتيجة الحشرات الزائدة وأمكــن التخلص من هذه المشكلة بخفض تعداد المستعمرة إلى ٢,٠٠٠ نحلة.

أظهرت الخبرة أن إستخدام نحل العسل فى تلقيح المحاصيل المبكرة الأزهار فــى البيوت الزجاجية يضر المستعمرات. ويصعب أحياناً تجنب ذلك خاصة عندما يكــون موسم الأزهار طويل. حيث ذكر أن أحد مزارعى الــ *Cucumis sativus* إســتعمل ٥٧ مستعمرة فى صوبة زجاجية يمتلكها بمعدل مستعمرة كل ٦,٠٠٠ قــدم مربــع وإضطر إلى إحلال المستعمرات عدة مرات بسبب طول موسم الأزهار الذى كــان من ديسمبر إلى أغسطس. لذا بذلك الجهود لإستخدام مستعمرات لا يحدث فيها فقــد كبير. من هذه المحاولات إعداد مستعمرات صغيرة تحوى كل منــها نحــو ٥,٠٠٠ نحلة وملكة مسنة فى خلية صغيرة (١٥×١٥×٢٢سم) تحــوى قطعــة مــن شــمع الأساس. غذيت كل خلية بــ ٠,٦ لتر ٥٠٪ شراب سكرى كل يوم أثناء وجودها فــى قفص التلقيح وأنتجت فى نهاية خمسة أسابيع إطار شمعى بــه نحــو ١٠٠ عيــن حضنة. وذكر أن المستعمرات عديمة الملكات كانت ليست فعالة فــى تلقيــح الــ *Melilotus alba* مقارنة بالتى تحوى ملكات حيث أن وجود الملكات ينبه الشــغالات للسعى فى الحقل. ومع ذلك قد تمد المستعمرات اليتيمة الملكات بسعى كــافى فــى بعض الأغراض.

ذكر أن المستعمرات الصغيرة المحتويه على ٢-٣ إطارات ووفرة فــى حبــوب

اللقاح والحضنة والعديمة الملكة كانت مناسبة لوحدات من بيوت زجاجية أبعادها ٣×٥×٢م. وللوحدات الأصغر من ذلك (٠,٨×٠,٨×٢م) إستخدمت مستعمرات صغيرة جداً فى خلايا صغيرة miniature hive تتكون الخلايا الصغيرة ذات الجدر ١,٥سم من غرفتان، حجرة كبيرة أمامية تحوى إطارين صغيرين وحجرة خلفية أصغر تحوى شراب سكرى وسكر جاف. وتتصل الحجرتان بفتحة مستديرة صغيرة وتحوى الحجرة الأمامية الأكبر فتحتان إضافيتان واحدة تعمل كمدخل للخلية والأخرى مغطاة بسلك للتهوية. وتزود كل خلية بـ ٤٠٠ إلى ٥٠٠ نحلة يضاف إليها ١٠٠ نحلة حديثة الخروج فيما بعد. ويمكن إعداد من المستعمرة العادية للنحل ما يكفى لإنتاج ٢٠ إلى ٥٠ من المستعمرات الصغيرة السابقة الذكر أثناء الموسم. مثل هذه المستعمرات يعيش نحلها نحو ٢٥ يوماً فى المتوسط وقد يمتد فى قليل منها إلى أكثر من ١٠٠ يوم. إستعملت مثل هذه المستعمرات الصغيرة العديمة الملكات فى التلقيح الذاتى والخلطى لسلالات من *B.oleracea* (الكرنب والقرنبيط الشتوى والصيفى) *C.intybus, Cichorium endivia, Brassica rapa, R.sativus, Asparagus officinalis, Apium graveolens, Daucus carota, Tragopogon porrifolius, Fragaria xananassa*. وأمكن نقل المستعمرات الصغيرة من وحدة بيت زجاجي إلى آخر ولتجنب التلوث الممكن إذا أحتوت وحدتى البيوت الزجاجية نباتات قريبة تدخل المستعمرات إلى نباتات عائلة أخرى لمدة يومان. ومن الواضح أن مثل تلك المستعمرات ذات الحجم الصغير ليست مستعمرات إنتاجية ويمكن أن تستخدم فقط فى البيوت الزجاجية الدافئة ولتلقيح نباتات قليلة.

وأظهرت الخبرة أن المستعمرات التى تحتوى ٣ إطارات حضنة كانت كافية للأقفاص فى الحقل. والمستعمرات الأقل حجماً عن ذلك غير مفيدة. ويمكن إضافة إطارات تحوى نحل عسل على وشك الخروج عند ضعف المستعمرات. ويجب إضافة حبوب لقاح أو بدائل حبوب اللقاح عندما لا تحتوى إطارات المستعمرة حبوب لقاح لسد إحتياجات الحضنة. كما يجب إمداد النحل بمصدر للسكر وإذا أمد النحل بسكر جاف أو كاندى فإنه من الضرورى الإمداد بالماء أيضاً. كما قد يحتاج النحل أيضاً للماء لتنظيم درجة حرارة مستعمرته. بالإضافة إلى إمداد المستعمرة

بالغذاء تعمل التغذية بالمحلول السكرى على تنبيه النحل لجمع حبوب اللقاح مما يؤدى إلى زيادة فى التلقيح. ووجد أن جامعات حبوب اللقاح pollen-gatherers ملقحات مؤثرة لنبات *Freesia refracta* فى البيوت الزجاجية عن جامعات الرحيق nectar-gatherers ويمكن زيادة أعداد الأولى بتغذية المستعمرة بالمحلول السكرى. ويمكن أن ينطبق ذلك أيضاً على محاصيل البيوت الزجاجية الأخرى.

عند بدء تقفيص المستعمرة أو وضعها فى بيت زجاجى يقضى كثير من النحل معظم أو كل وقته محاولاً الهرب ويفشل فى الرجوع إلى خلاياه ويموت. ويبدو هذا حقيقياً على وجه الخصوص فى البيوت الزجاجية جزء من ذلك يرجع إلى إثارة النحل بالضوء الزائد وبالسخونة الغير معتادة وجزء آخر إلى إرباك الزجاج ذاته للنحل. كما قد تعمل مصادر الإضاءة الصناعية كمصائد ويطير النحل حولها إلى أن ينهك ويموت. ويمكن الإقلال من فقد النحل بوضع المستعمرات فى وسط الصوبة الزجاجية وتكون بعيدة بعداً مناسباً عن الجدر. ويقلل تظليل سقف الصوبة الزجاجية من إتجاه النحل للطيران إلى أعلى للسقف. ووجد أن جزء من النحل يفقد نتيجة تجمعه إلى الجانب المواجه للشمس فى الصوبة الزجاجية. ويسهل وضع الخلية قريبة من الجدار أو الجانب الشمالى الغربى عودة النحل فى المساء، ومع ذلك ــ مع الوقت يتناقص بسرعة نسبة النحل الذى يحاول الهرب لموت الأفراد سريعاً ولظهور أفراد جدد تتعود للعمل داخل الصوبة. ووجد أنه من الأفضل إستخدام مستعمرات صغيرة السن لا تحوى شغالات حقل foragers لسرعة تأقلمها على ظروف الصوبة كما أن ذلك يقلل من فى نفس الوقت من إمكانية تواجد نحل حامل لحبوب لقاح حية فى الصوبة الزجاجية. ومع ذلك ليست هناك دائماً إمكانيات لأعداد مستعمرات من نحل صغير فقط أو مستعمرات نحل دون خبرة فى السعى الحقلى خاصة فى الشتاء والربيع. إن إدخال المستعمرات فى الصوب الزجاجية ليلاً يقلل أيضاً من ميل النحل للطيران تجاه الزجاج وبذا يقل فقد النحل كثيراً خاصة إذا تلى ذلك يوم ملبد بالغيوم ولكن يحدث بعض الفقد إذا تلى يوم الإدخال يوم مشمس.

عند إستخدام النحل فى تلقيح المحاصيل المبكرة فى الصوب الزجاجية مثل

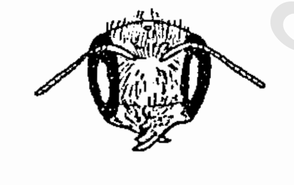
وضعت المستعمرات عند أبواب الصوبة حتى يستطيع *Phaseolus multiflorus* النحل أن يطير إلى الخارج وتحت هذه الظروف بعض من النحل يتجه داخل الصوبة ويقوم بتلقيح الأزهار بدرجة كافية. وعندما يصل الأمر وتصبح الظروف داخل الصوبة غير ملائمة جداً لمستعمرات نحل العسل فى الربيع أو الصيف يمكن حفظ المستعمرات خارج الصوبة الزجاجية مع وجود ممرات تصل بين مداخل الخلايا والصوبة الزجاجية. وتم تطبيق ذلك بالنسبة للصوب التى تحوى *Cucumis sativaus* ولضمان الحفاظ على عشائر من النحل داخل الصوبة وتجددها عمل على قفل جزء من المدخل المؤدى إلى الخارج حتى العاشرة صباحاً كل يوم.

بالتأكيد وتحت الظروف المناسبة السليمة وعندما تجد المستعمرات الموجودة داخل الصوب الزجاجية غذاء كاف ولا تتعرض لتذبذبات مفاجئة فى درجات الحرارة يعمل النحل طبيعياً داخل الصوبة مثلما يعمل عند زيارته للمحاصيل فى الحقل. على سبيل المثال وجد فى الصوبة الزجاجية الكبيرة المحتوى على *C.sativus* أن فترات طيران النحل داخل الصوبة توافقت مع ظهور وتواجد حبوب اللقاح فى الأزهار.

تشمل محاصيل الصوب الزجاجية التجارية التى من الشائع إستخدام نحل العسل فى تلقيحها *P.domestica, Prunus persica, Lycopersicon esculentum, Fragaria x ananassa, C.melo, Cucumis sativus* وعدة أنواع من أزهار نباتات الزينة. وضع مربى النحل والمزارعين الهولنديين عدة تنظيمات توضح إستخدام نحل العسل فى الصوب الزجاجية لتغطى إهتمامات كل منهم بشكل آمن. حيث تجنب مربى النحل الهولنديين تعرض الخلايا للبرد عقب إنتهاء الأزهار فى الصوب الزجاجية بتعريض النحل لأسابيع قليلة لدرجة حرارة ٥ إلى ١١ °م إلى أن يقل حجم عش الحضنة إلى الحجم الطبيعي من وقت السنة. وعند نقل الخلية من صوبة زجاجية إلى أخرى توضع تقريباً فى نفس الموقع التى كانت فيه فى الصوبة الأولى ومواجهة مدخل الخلية لنفس الإتجاه لتجنب إرباك النحل وفقده القدرة على التوجيه ووجد أن ميل أرفف الصوبة وبعد جدرها عن الخلية يساعد النحل على التوجيه.

إن موقع مستعمرات النحل داخل الصوبة الزجاجية هام لسبب آخر. حيث إكتشف أن أفراد النحل إقتصر عمله على صف واحد من *C.sativus* عند وضع المستعمرات فى وضع خاطئ فى الصوبة الزجاجية. كما وجد أيضاً عند وضع مستعمرات النحل فى أحد نهايات صوبة زجاجية ٥٠ متر طول تحوى على *Freesia refracta* أن عدد النحل على الأزهار أصبح أقل كلما إزدادت المسافة عن الخلايا ويميل النحل للعمل على الصفوف الطويلة ولا يلتفت للصفوف العرضية. وعند وضع مستعمرة نحل فى أحد نهايات صوبة زجاجية تحوى *C.melo* عمل قليل من النحل على النباتات البعيدة عن الخلية. وللحصول على توزيع متجانس من شغالات النحل على محصول الصوبة الزجاجية توضع مستعمرة بالقرب من مركز الصوبة ومستعمرتان فى ركانان متقابلان على أحد المحاور القطرية للصوبة الزجاجية.

ثالثاً: النحل الإنفرادى Solitary bees



بدأ مربى النباتات فى نهاية الستينات فى إستخدام *Megachile rotundata* لتلقيح النباتات المقفصة وفى الصوب الزجاجية حيث وجد أن هذا النحل ملقح مناسب للبرسيم *Medicago sativa* فى أقفاص ٦م^{2} فى الحقل (بمعدل نحو ٥٠ أنثى لكل قفص) وفى أقفاص سعة



(شكل ٥٤) النحل القاطع للأوراق

١,٢×١,٢×٠,٩م تحوى نباتات موضوعة على بنش فى الصوبة الزجاجية. فى مثل هذه الأقفاص عشش النحل طبيعياً وعمل على الأزهار التى تحويها مع تزويد الضوء الطبيعى للصوبة الزجاجية بضوء صناعى فى الأيام الملبدة بالغيوم والحفاظ على درجة حرارة أعلى من ٢٨م. كما وجد أنه يمكن إدخال نحل انفرادى حديث

الخروج أو مجموعة من الحقل إلى الأقفاص. ولتجنب تلوث نحل الحقل بحبوب اللقاح عمل على جمعه من أنواع نباتية مغايرة للنباتات المطلـــوب تلقيحـــها. ونظـــراً لأن *M.rotundata* أكثر حساسية للمبيدات الحشرية من نحل العسل عمـــل علـــى وقـــف إستخدام المبيدات الحشرية عدة أيام قبل إدخال النحل.

وثبـــت أن *M.rotundata* (شـــكل ٥٤) ملقـــح كـــفء لـــ *M.sativa, Trifolium pratense* وعمل فى الصوب الزجاجية أفضـــل مـــن نحـــل العسل. إستعمل فى كل حجرة (١,٨×٢,٧م) محتوية علـــى *M.sativa* نحـــو ١٠٠ خلية حاضنة لحشرات كاملة قبل الفقس بقليل مع تعريض الحجرات لـــ ١٦ ســـاعة ضوء مستمر فى اليوم (٤٨,٠٠٠ شمعة/ قدم٢) ودرجة حرارة ٢٠ °م فى الظلام ترفـــع إلى ٢٧ °م عند الإضاءة. ولوحظ أن النحل لا يبدأ فى النشاط إلا عندما تتعدى درجـــة الحرارة ٢٣ °م وقبلت إناث النحل المساكن الصناعية ولقحت الأزهار.

وثبت أن *M.rotundata* مفيد فى تلقيح *Cucumis sativus, Lotus corniculatus* فى الصوب الزجاجية وذات أهمية خاصة فى الأقفاص الصغيرة التى لا يعمل فيها نحـــل العسل. وعمل النحل على جمع الإمدادات الصناعية من الرحيق وحبوب اللقـــاح التـــى أعدت له لتدعيم الإمدادات الغير كافية من الأزهار. ونظراً لأن النحـــل لا يقبـــل علـــى إستخدام أوراق *C.sativus* لبناء خلاياه عمل على إمداده بنبات آخر فى هذه الحالة.

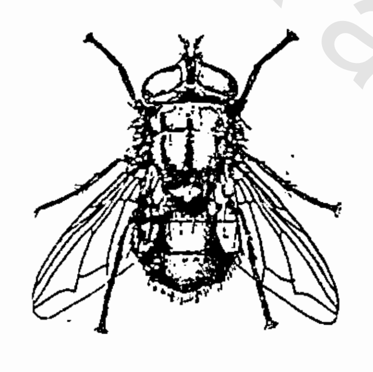
رابعاً: ذباب اللحم Blow flies

عند إستخدام أى حشرة كملقح للأزهار سواء بواسطة مربى النباتـــات أو فـــى الإنتاج التجارى للمحصول فإن تداول مثل هذه الحشرات يجب أن يكون سهل ومتاح بأعداد كبيرة. وبخلاف نحل العسل فإن ذباب اللحم فقط يمكن أن يغطى هـــذه المعـــايير وظهرت محاولات ناجحة فى تربية ثنائيات أجنحة أخرى مثل *Eristalis* spp.

كان العالم Emsweller عام ١٩٣٣ أول من إستعمل ذباب اللحم فى كاليفورنيـــا حيث وجد أنها أكثر مناسبة من نحل العسل فى التلقيح الخلطى لأصنـــاف *Allium cepa* فى الأقفاص (١×١×٢م إرتفاع) كما كانت أكثر كفاءة من التلقيح اليدوى. ثـــم

إستخدمها فى تلقيح رؤوس أزهار *A.cepa* (شكل   ) التى جمعت فى أزواج فـــى أقفاص سلك صغيرة مع الموسيلين وتحصل على الذبـــاب بالمصـــائد أو بالتربيـــة. وتجمع بالمصائد فقط فى حالة عدم الاهتمام بتلوث الأزهار بحبوب لقـــاح غريبـــة. إستعملت أجزاء حيوانية لا تؤكل مثل رؤوس الأسماك ورئات الأبقار لجذب الذبـاب لقاعدة المصدية وبمجرد دخولها فى المصيدة تتحرك إلـــى القســم العلــوى منــها والمغطى بسلك ليمنع هروب الذباب. ويدخل الذباب من هذا الجزء إلى أقفاص التلقيـح بواسطة أقفاص نقل صغيرة. للتأكد من أن الذباب المستخدم خال تماماً مـــن حبـوب اللقاح الغير مرغوبة يعمل على تربيته كما يلى:

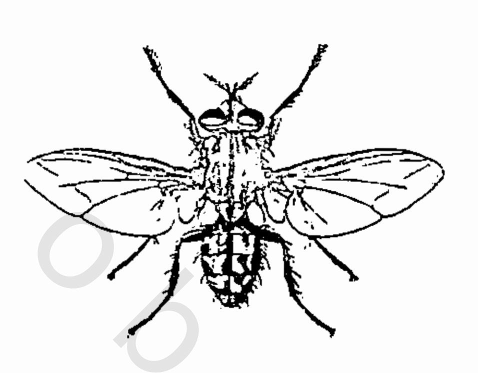
تجلب أجزاء اللحم من المجازر وتوضع فى وعاء مفتــوح لينجـذب إليــه أنــواع مختلفة من ذباب اللحم معظمه يتمثــل فـــى الأنـــواع *Sarcophaga* sp و *Lucilia sericata* (شكل ٥٥) و *Sarcophaga sp.* (شكل ٥٦) ويضع البيض. يفقس البيض بعد نحو ٣٦ ساعة وتبدأ اليرقـــات فـــى التغذية على بقايا اللحم. ورئات الأبقـــار بصفة خاصة مناســـبة بســبب طبيعتـــها المسامية وتوفيرها لمساحة تغذية كبـــيرة. يوضع رف فوق الوعاء لحماية اليرقـــات من الحرارة المرتفعة والأمطار.



(شكل ٥٥) ذبابة
الـــ *Lucilia sericata*

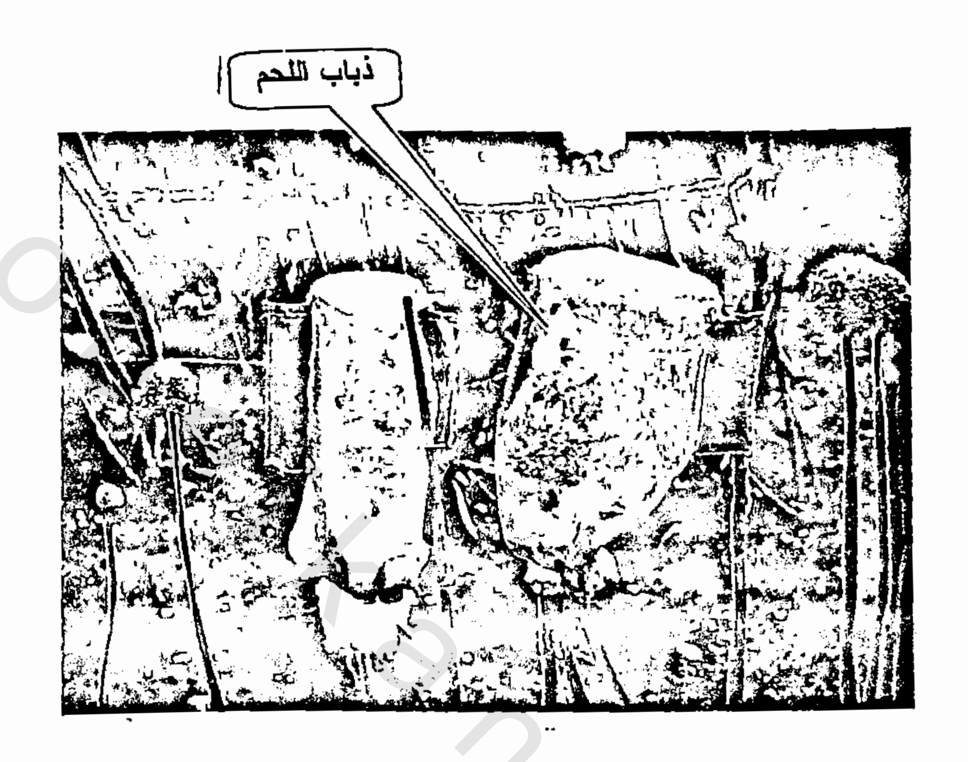
تبدأ اليرقات بعد ٥ إلى ٧ أيام من التغذية فى البحث عن أماكن للتعذيـــز وتتحــرك على طول الوعاء فتسقط فى وعاء سفلى به رمل الذى يزال كل يوم ويستبدل بـآخر وبذا تكون جميع اليرقات التى فى الوعاء فى نفس العمر تقريباً. تعذر اليرقات فـــى الرمل وتغسل العذارى وتخزن.

عند تخزيـــن العـــذارى علـــى ٧ °م تخـــــرج الحشرات الكاملة بعد نحـــو أسبوعان وعند تخزين العذارى على ٣ °م يتأخر الخروج لعدة أشهر. وعـــن طريق تخزين العذارى على درجـــات حرارة مختلفة يمكن الحصول عمليـــاً على الحشرات الكاملة فى أى وقت.



(شكل ٥٦) ذبابة لحم من الجنس *Sarcophaga*

عند بدء نبات الـــ *A.cepa* فى الإزهار يوضع ملئ يد صغيرة عـــذارى فـــى القفـــص ويتكرر ذلك كل ٣ إلى ٤ أيام أثناء الإزهار للحفاظ على عشائر مستمرة من الحشـــرات الملقحة. وفى تعديل لهذه الطريقة وضعت العذارى فى أقفاص صغـــيرة (١٥×١٥ســم) بكل منها قمة مخروطية تدخل فى فتحة مؤدية إلى قفص الـــــ *A. cepa* وبـــذا تدخـل الحشرات الكاملة عقب الخروج (شكل ٥٧) إلى القفص. لتجنب الرائحة الغير مقبولـــة نتيجة تربية الذباب على اللحم ربيت الحشرات على البسكويت الرطب الذى يستخدم فى تغذية الكلاب. وفى الدول الغربية لا توجد ضرورة فى الوقت الحاضر للمزارع أو مربى النباتات من تربية الذباب الخاص به. حيث تشكل المصـــانع التـــى تبيـــع يرقات اللحم لإستخدامها كطعم سمكى مصدراً للعذارى. إجراءات التربية فى هـــذه المصانع هى أساساً نفس الإجراءات السابقة فيما عدا أنه يسمح للحشرات الكاملـــة بالخروج فى حجرة أو قفص مزود بالماء أو سكر رطب لتغذية الحشرات ووعـــاء صغير يحوى سمك أو لحم لكى تضع فيه البيض.



(شكل ٥٧): أزهار البصل داخل أقفاص مع ذباب اللحم لتلقيحها

وعقب وضع البيض يوزع الوعاء بما يحمل من بيض على أوعية أكبر تحوى متخلفات الجزارة لتوفير غذاء وفير لليرقات الفاقسة لكى تكمل نموها. وتعمل مثل هذه المصانع التى تعد طعم الأسماك على ترك عدد كاف من اليرقات لتتحول إلى عذارى لتحافظ على العشيرة التى لديها. لذا عند الحاجة إلى عذارى للتلقيح يجب إخطار مثل تلك الشركات بوقت كافى حتى تعد كمية من العذارى تناسب إحتياجات المزارعين المحليين. والأنواع الشائعة من ذباب اللحم المستخدم كطعم للأسماك فى بريطانيا تشمل *Phormia terranovae, Calliphora yomitoria*. وبدون شك توجد أنواع أخرى تتساوى فى النجاح كملقحات للأزهار.

بعد إكتشاف إستخدام ذباب اللحم مع المحصول السابق إستخدمت فيما بعد مع محاصيل أخرى. من أمثلة ذلك نبات الـ *Daucus carota* وهو نبات التلقيح اليدوى

فيه مجهد جداً إلى جانب أن كل زهرة من الأزهار الدقيقة تنتج بذرتان فقط وأمكن التغلب على هذه المشاكل بإستخدام ذباب اللحم. حيث غلفت الأزهار الخيمية مع ذباب اللحم فى أقفاص من الموسيلين المدعم بإطارات حديدية مع ربط الأقفاص فى سيقان النباتات. ووجد أنه يمكن الحصول على بذور كافية عند وضع عشرة دبابات داخل كل قفص ووجد أن الأزهار الخيمية التى تركت بدون ذباب أعطت قليل أو لم تنتج بذور. ومارس كثير من مزارعى محاصيل الكرنب والقرنبيط عقب هذا ولسنوات عديدة هذه الطريقة حتى الآن لإنتاج إنتاج بذور خاصة بهم من نباتات مختارة. مثل هذه النباتات تقفص أو تنقل إلى أقفاص كبيرة لمنع التلقيح الخلطى الغير مرغوب مع إدخال ذباب اللحم لتسهيل عملية التلقيح ووجد أن كفاءة ذباب اللحم كانت مؤثرة مثل تأثير نحل العسل فى تلقيح المحصول وكان أكثر كفاءة عن التلقيح اليدوى. حيث أعطت إحدى التجارب ٢٤ جرام من الحبوب لكل نبات مقارنة مع ٩ جرام من التلقيح اليدوى. وقد يرجع ذلك إلى الزيارات المتكررة لذباب اللحم للأزهار بينما يجرى التلقيح اليدوى فقط كل ٣-٤ أيام. وأوصى المزارعين بوضع فور بدء الإزهار ٥٠٠ حشرة كاملة تنتج خلال أيام قليلة من وعاء يتسع ٨/١ جالون فى قفص يحتوى على ٢٥ نبات ثم توزع أثناء الإزهار كل ٤ إلى ٥ أيام عذارى ملئ اليد على أرضية القفص. مع ملاحظة أن الذباب يعيش من ٢ إلى ٣ أسابيع فى الأقفاص التى بها رحيق كاف ويزداد التلقيح بزيادة عدد الذباب ولكن لحدود معينة.

فى برامج تربية نباتات الكرنب *Brassica oleracea* أجريت إختبارات عدة عن كفاءة ذباب اللحم *(Phormia terranovae)* ونحل العسل ونحل البامبل فى تلقيح الكرنب. ووجد أنه فى حالة أقفاص العزل الصغيرة التى تحوى نباتين فقط كانت الأقفاص صغيرة جداً على نحل العسل أو نحل البامبل وماتت شغالات النحل فى الحال فى الأقفاص، ولكن أعطى ذباب اللحم تلقيح خلطى كاف وبذور كثيرة. وحتى عند تقفيص نبات واحد معزول نتج عن تلقيح ذباب اللحم إنتاج بذر قليل ولكن كان كاف فى حفظ التربة الداخلية للصنف المتماثل وراثياً. بينما النباتات التى عزلت بدون ذباب أعطت بذور أقل وعادة لا تكفى للمحافظة على الصنف. وفى الأقفاص

الكبيرة ــ أعطى ذباب اللحم ونحل العسل ونحل البــــامبل تلقيــح خلطـــى كـــافى وكميات من البذور مماثلة. ومع ذلك يفضل ذباب اللحم فى بداية الربيع إذا كـــانت هناك حاجة للتلقيح حيث أن شغالات نحل البامبل لا تكون متاحة فى هذا الوقت ولا تشجع درجة الحرارة فى الربيع شغالات النحل للخروج لجمع الغذاء. ومع ذلك يفضـــل نحل العسل عندما تكون هناك حاجة لتلقيح مجموعات كبيرة من النباتات الموجودة فـــى الأقفاص الكبيرة حيث يمكن للنحل أن يتحرك بحرية من نبات لآخر خاصة إذا كـــانت النباتات منفصلة عن بعضها بأكثر من ٥٠سم. كما يفضل النحل فى هذه الحالـــة لإنـــه أرخص فى الإستخدام ويتطلب مجهود أقل. ويبدو أن ذباب اللحم مناسب بصفة خاصـــة. فى الأقفاص الصغيرة أو وحدات البيوت الزجاجية بالإضافة إلى مميزات أخرى منـــــها سهولة التداول ولا تسبب أى أذى لمستخدمها ويمكن إستخدام أعداد صغيرة منها.

يوجد قليل من المعلومات عن سلوك ذباب اللحم فى الأقفاص. ويبدو أن التلقيح يتم أثناء مشى وحركة الذباب على الأزهار لذا أقترح بعدم وجود مسافة كبيرة بيـــن قمة النبات وسقف القفص وإذا حدث ذلك سيمضى الذباب معظم وقته على ســـــقف القفص بدون إهتمام بالأزهار ويقلل ذلك من إستقراره على الأزهار وتلقيح النبات.

من المحاصيل الأخرى التى إستخدم فيها ذبابة اللحـــم فـــى تلقيـــح أزهارهـــا *Pastinaca sativa, Apium graveolens, Brassica napus, Rheum rhaponticum, Scorzonera* spp., *Angelica* spp. ومن المحتمل إستخدامه فى تلقيـــح *Fragaria x ananas..* فى الصوب الزجاجية. ومع ذلك يحد قصر ألسنة ذباب اللحم إســـتخدامه على الأزهار المفتوحة السهلة الوصول إلى غدد رحيقها nectaries كما يفشل أيضاً فى تلقيح نباتات مثل *Phaseolus multiflorus* حيث تتميز أزهارها بالتويج الأنبوبى الطويـــل. الحالـــة الأخـــيرة قـــد يصلـــح معـــها ذبـــاب أصغـــر حجمـــاً مثـــل *Fannia, Musca autumnalis, Musca domestica canicularis.* التـــى يمكنـــها بسهولة الدخول فى الأنابيب الطويلة للتويج والتى تتصف بها أيضاً بعض الأزهار.

وآخر دعوانا أن الحمد لله رب العالمين

٢٠٠٢/١١/٨

للمؤلــف

● أولاً: مؤلفات تأليف منفرد:

١ – ٢٠٠٢ : الإدارة المتكاملة للآفات ـ الطريق إلى بيئة نظيفة وغــذاء آمـن. ٨٥٠ صفحة ـ مكتبة المعارف الحديثة ـ الإسكندرية.

٢ – ٢٠٠٢ : الملقحات الحشرية – ماهيتها – سبل استخدامها فى زيـادة الانتـاج الزراعى ٢٠٠ صفحة. مكتبة المعارف الحديثة – الاسكندرية.

٣-١٩٩٨ : آفات وأمراض نحل العسل. ماهيتــها – تشـخيصها – علاجـها – ٤٩٠ صفحة. منشأة المعارف – الاسكندرية.

● مؤلفات مع الآخرين :

٤-٢٠٠٢ : الحشـرات النافعــة – ٢٠٠ صفحـــة– مكتبـــة المعـــارف الحديثة – الاسكندرية.

٥-٢٠٠١ : الآفـات الحشـــرية – ٦٨٧ صفحــــة – مكتبــــة المعــــارف الحديثة – الاسكندرية.

٦-١٩٩٤ : الآفات الحشرية والحيوانية وعلاقتها بالنبات والانســان والحيـوان وطرق مكافحتها – ٦٢١ صفحة – منشأة المعارف – الاسكندرية.

٧- ١٩٩٣ : المكافحة الحيوية الجزء الأول – الحشرات آكلة الحشــرات – ٥٤٧ صفحة – منشورات جامعة عمر المختــار – البيضــاء – مطبعـة قاريونس – ليبيا.

٨-١٩٩٣ : المكافحة الحيوية . الجزء الثانى – ممرضات الحشرات – ٦٣٥ صفحة – منشورات جامعة عمر المختار – مطبعة قار يونس – ليبيا.

٩-١٩٨٧ : إرشادات معملية فى الحشرات الاقتصاديــة – ٢٢٣ صفحــة – دار المطبوعات الجديدة – الاسكندرية.

المراجـــع

(1) Andrewes, C. 1969. The lives of wasps snd bees. American Elsevier Publ Co., New York 204 pp.

(2) Batra SW. 1967. Crop pollination and the flower relationships of the wild bees of Ludhiana, India. *J Kans. Entomol. Soc.* 40: 164-77.

(3) Breed MD, Page RE J. 1991. Intra-and intrespecific nestmate recognition in *Melipona* workers (Hymenoptera: Apidae). *J. Insect Behav.* 4: 463-69.

(4) Bhambure CS. 1958. Further studies on the importance of honey bees in the pollination of Cucurbetacea. *Indian Bee J.* 20: 10-12.

(5) Billen, J. (ed.) (1992) *Biology and Evolution of Socail Insects,* Leuven University Press, Leuven.

(6) Bohart GE. 1972. Management of wild bees for the pollination of crops. *Annu. Rev. Entomol.* 17:287-312.

(7) Brahmachary RL, Saha L, Mondal AK, Dasgupta P. Paul P. 1980. *Apis florea* and dammar bees (Trigonidae): as the pollinating agents of certain fruit trees in Bengal. *Proc. State-level Sem. Bee-keep., West Bengal,* pp. 63-66. West Bengal: Gobardanga Renaiss. Inst.

(8) Carpenter, J. (1989) Testing scenarios: wasp social behaviour. *Cladistics,* 5, 131-144.

(9) Corbet SA, Willmer PG. 1980. Pollination of the yellò passionfruit: nectar, pollen and carpenter bees. *J.Agric. sci.* 95: 655-66.

(10) Cortopassi-Laurino M, Ramalho M. 1988. Pollen harvest by Africanized *Apis mellifera* and *Trigona spinipes in* Sao Paulo botanical and ecological views. Apidologie 19:1-23.

(11) Cran E. 1992. The past and present status of beekeeping with stingless bees. *Bee world* 73:29-42.

(12) De Wilde, J. and Beetsma, J. (1982) The physiology of caste development in social insects. *Advances in Insect Physiology,* 16, 167-246.

(13) Evans, H.E. (1984) Insect biology: A textbook of entomology. Addision-Wesley publishing company.

(14) Fletcher, D.J.C. and Ross, K.G. (1985) Regulation of reproduction in eusocial Hymenoptera. *Annual Review of Entomology,* 30, 319-43.

(15) Free, J.B. (1970). Insect pollination of crops. Academic press. Lonodn and New York.

(16) Heard, T.A., (1999). The role of stingless bees in crop pollination Annu. Rev. Entomol, 44. 183-206.

(17) Ross, K.G. and Matthews, R.W. (eds) (1991) *The social biology of wasps,* Comstock Publishing associates, Cornell University press, Ithaca and London.

(18) Shalaby, F. (1958). Alphabetical list of Egyptian insects in the ministry of agriculture, government printing offices, Cairo.

(19) Shorthouse, J.D. and Rohfritsch, O. (eds) (1992) *Biology of Insect-Induced Galls,* Oxford University Press New York, Oxford.

(20) Wiebes, J.T. (1979) Co-evolution of figs and their insect pollinators. *Annual Review of Ecology and Systematics,* 10,1-12.

(21) Wilson, E.O. (1971) *The Insect Societies,* The Belknap press of Harvard University Press, Cambridge, Massachusetts.

(22) Wilson, E.O. (1985) The Sociogenesis of Insect colonies. *Science,* 228, 1489-95.

المحتويـــــات


هيئة الملقحات الحشرية
إحدى روابط الحشرات النافعة

شكـــر وتقديـــر

أتقـــدم بخـــاص شـــكرى إلـــــــى **الأخ/ طـارق حـافظ**، **والأخ/ خـالد فـوزى "كمبيوتر الصفا"**... لما بذلوه من جهد وتعاون خالص فى كتابة هذا المؤلف وتنسيق أجزائه. وكذلك إلى **الأستاذ/ محمد أبو الفضل** ــ كلية الزراعة ــ جامعة الإسكندرية فى إخراج الكثير من الأشكال الموجودة بالكتاب.

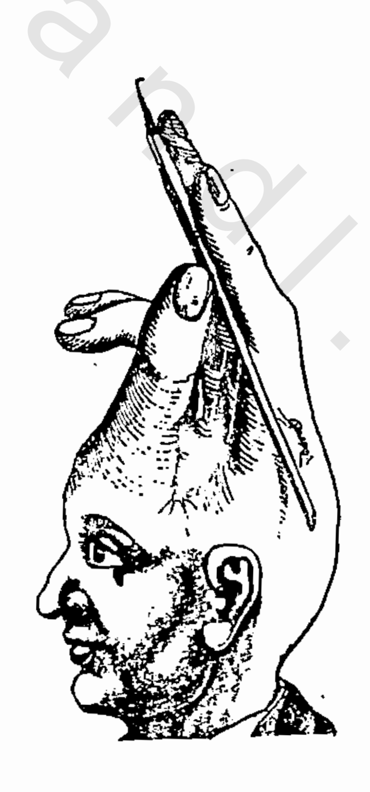
كما أتقدم إلى **الدكتورة/ وداد إمام خفاجى** ــ معهد وقاية النباتات ــ الإسكندرية بالشكر والعرفان لقراءة الكتاب فى مراحله الأولى وطـــرح عـــدد مـــن التعليقـــات الهامة التى أضافت الكثير وكذلك لمراجعتها أصول الكتـــاب ويمتـــد الشـــكر إلـــى **الأخت الباحث المساعد/ جيهان عبد العزيز** لمراجعتها الكتاب قبل الطبع.



تنويـــه

- الرسومات والجداول مأخوذة من مراجع اجنبية مذكورة فى نهاية الكتاب. وقد تم تعريبها وإدخال بعض التعديلات للتبسيط أو لإضافة معلومات أخرى هامة.

- لقد تدخل المؤلف فى عدة مواقع من الكتاب ليضيف رؤيا خاصة به لـــذا لــزم التنويه.



رقم الإيداع /١٩٤٦ / ٢٠٠٣
الترقيم الدولي .I.S.B.N
977 - 5167 - 77 - 9